ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA

Borja Jiménez León

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06 de Septiembre de 2012

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA

MEMORIA

Autor: Borja Jiménez León

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Septiembre 2012

ÍNDICE

Capítulo 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se redacta como proyecto fin de carrera. El objeto del siguiente proyecto es el cálculo, diseño y presupuestado de una pasarela peatonal de estructura metálica sobre el río Arga a su paso por Pamplona. Dicha pasarela permitirá el amejoramiento del tránsito de peatones entre ambas márgenes del citado río concretamente, entre los barrios de la Rochapea y Chantrea y el futuro parque de Aranzadi. Parque de futura construcción dentro del marco de remodelación del parque fluvial de Pamplona.

El proyecto incluye la justificación en memoria de la obra proyectada, tanto en su aspecto técnico como económico, con los datos básicos de partida y los cálculos necesarios, la aportación de planos de conjunto en detalle suficientes para que las obras puedan ser realizados. También contiene el pliego de prescripciones técnicas particulares, en el cual se detallan los trabajos objeto del proyecto, las condiciones que deben reunir los distintos materiales y unidades de obra así como la forma en que será ejecutada la misma y las condiciones económicas para su medición y abono. Por último, se ha realizado un presupuesto, incluyendo mediciones y presupuestos parciales y general de la obra proyectada.

Capítulo 2. AGENTES

El Proyecto Fin de Carrera ha sido realizado por D. Borja Jiménez León alumno de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica perteneciente a la Universidad Pública de Navarra. El proyecto ha sido supervisado por el tutor D. Faustino Gimena Ramos, profesor del departamento de Proyectos e Ingeniería Rural.

Capítulo 3. ANTECEDENTES

La pasarela peatonal sobre el río Arga se integra dentro del proyecto del ``Parque Fluvial de Pamplona´´ con el que se pretende restaurar las dos márgenes del río Arga a su paso por Pamplona. Se emplearán las medidas necesarias de limpieza y restauración, proyectándose además la ejecución de un paseo que discurrirá al menos por una de las márgenes y que sirva tanto para peatones como ciclistas.

El Plan redactado establece criterios para el tratamiento paisajístico y para las plantaciones a realizar, considera la corrección de los riesgos de inundación así como los derivados de la erosión de las aguas y de inestabilidades gravitatorias. Prevé la construcción de un paseo y define en el ámbito del parque áreas de integración, áreas recreativas y parques temáticos. Recuperar el dinamismo de un meandro natural, en cuanto a su papel medioambiental con el corredor fluvial supone trabajar la vegetación, la fauna y la hidráulica. Buscamos un equilibrio entre las necesidades de espacio libre de alta calidad, la dinámica fluvial, la explotación hortícola de variedades locales y su papel medioambiental. El tipo de actuaciones a realizar en cada caso está regulado en la oportuna normativa.

Una de las principales características de este paseo debe ser su continuidad, de manera que pueda llegarse desde Barañain hasta Huarte a través del parque. De esta manera la actuación propuesta se incorporará a la red peatonal y ciclista planteada a nivel comarcal.

De forma complementaria se propone la habilitación de áreas recreativas y parques temáticos a lo largo del paseo fluvial. Estas áreas estarían dotadas de las infraestructuras, amueblamiento y plantaciones necesarias para el disfrute de la población, mientras que en las áreas de integración primará el tratamiento paisajístico y ambiental.

Asimismo se adoptarán las medidas necesarias para corregir las zonas de riesgo existentes a lo largo del río (consolidación de márgenes, estabilización de taludes, corrección de zonas de erosión). Además, se resolverán problemas existentes en infraestructuras marginales (cruces de conducciones, aliviaderos, desagües…).

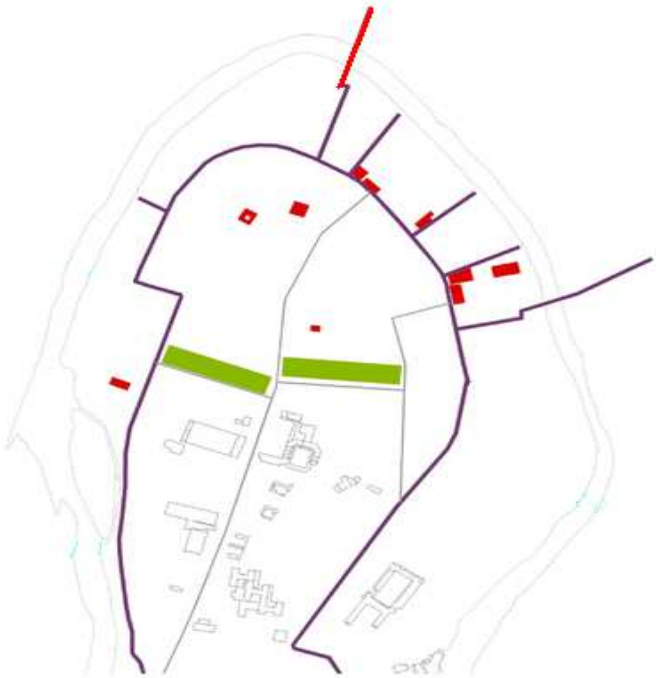
El conjunto de actuaciones proyectadas tratan de aprovechar las posibilidades existentes para la mejora del río y los elementos constructivos que se incluyen se han diseñado de acuerdo con las condiciones del entorno. El parque se completa con un amplio programa de plantaciones que tiene en cuenta las variaciones estacionales propias de las distintas variedades arbóreas y arbustivas introducidas.

La pasarela, además, debe servir como medio para comunicar la zona de huertas de Aranzadi de la margen sur y los barrios de Rochapea y Chantrea, proporcionando un medio de acceso a pie más rápido que los actuales. Más conexiones más usos cívicos.

Capítulo 4. DATOS DE PARTIDA

4.1 UBICACIÓN DE LA OBRA

La pasarela se situará en el municipio de Pamplona, latitud 42º49’48.55’’N, 1º38’22.87’’O. Atravesará el río Arga uniéndola parcela de capuchinos, con la margen contraria al río perteneciente a las huertas del paseo de Aranzadi, dónde está proyectado el parque fluvial y el paseo. La cota que alcanza el río sobre el nivel del mar es de 410 metros. El emplazamiento de la pasarela (en rojo) aparece expuesto en la siguiente imagen del meandro de Aranzadi.



4.2 MORFOLOGIA DEL TERRENO

El Arga es un río de Navarra, que nace en el collado de Urquiaga ubicado en el macizo paleozoico de Quinto Real, al norte del valle de Erro y desemboca en el Río Aragón cerca de Funes. Se trata del más ‘’navarro’’ de los grandes ríos, ya que sus 145 kilómetros de recorrido lo hacen íntegramente por suelo foral. De sus 2759 kilómetros cuadrados de cuenca, 2652 pertenecen a Navarra, y solo 107 corresponden a la cabecera alavesa de su afluente Araquil. El río Arga es represado en el embalse de Eugui (valle de Esteribar), cuyo principal uso es el abastecimiento de la comarca de Pamplona.

En cuanto a la vegetación, en las orillas y vegas, la vegetación natural ha quedado relegada a hileras de entre 2 metros y 5 metros de árboles riparios (olmos, alisos, chopos, sauces, fresnos, arces, etc.), mimbreras y zarzales. Se mantienen algunas

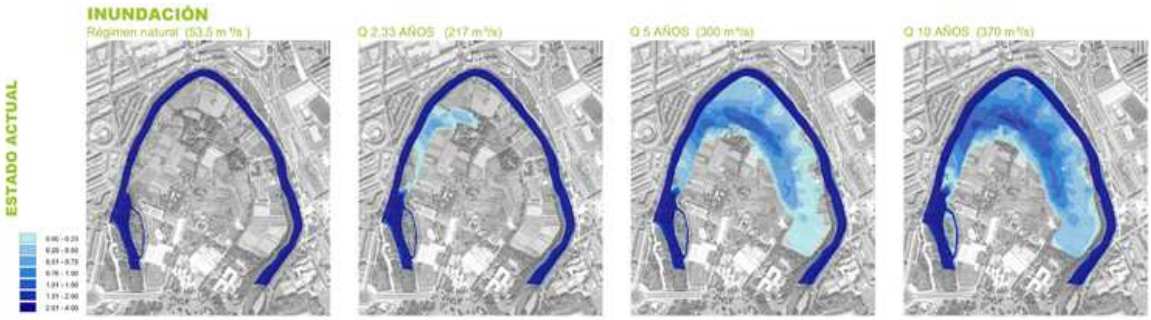
superficies agrícolas relativamente grandes dedicadas a huertas (Magdalena, Aranzadi) o secano (Berichitos), que aportan diversidad al paisaje. Otros espacios próximos al río en zonas más urbanas se han convertido en parques. Las vegas arboladas del río Arga en Pamplona están cubiertas fundamentalmente con choperas de repoblación, especies de crecimiento rápido, creadas con fines madereros, poco adaptadas a las condiciones fluviales de las orillas. Estas especies se han sustituido por especies autóctonas longevas.

La pasarela se asentará sobre un terreno formado por limos arenas y gravas, la tensión admisible del terreno será de 25N/ cm^2.

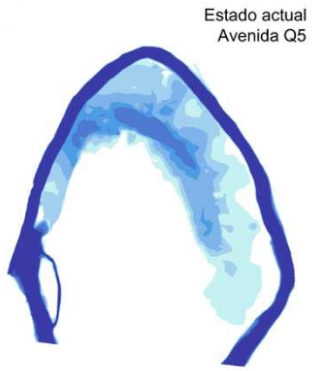
4.3 ESTUDIO HIDRÁULICO

El meandro de Aranzadi sufre inundaciones periódicas en periodos de retorno bajos, en especial las huertas junto al azud, que quedan incluso dentro del dominio público hidráulico definido por la avenida del periodo de retorno de 2,33 años (Q 2,33; 217 m^3/s). Las explotaciones y ocupaciones de los terrenos de Aranzadi tienen extraordinariamente presente la inundación, su dinámica y sus efectos en su forma, usos y mecanismos de protección. El meandro es hoy un verdadero catálogo de sistemas de relación con el río: setos de filtrado y ralentización, mallas recubiertas de vegetación con el mismo objetivo, muretes que fuerzan flujos superficiales, verjas abatibles en zonas donde el agua alcanza especial velocidad para evitar ser arrastradas.

Mediante gráficos observaremos la frecuencia de inundación actual del río en el meandro.



En este otro gráfico podemos comprobar el estado actual de Avenida Q5:



4.3 CLIMATOLOGÍA

Pamplona goza de un clima agradable en general, de transición entre el mediterráneo y el atlántico, ya que no es tan lluvioso como el clima mediterráneo ni tan frío como el clima atlántico. Se caracteriza por ser templado-frío, lleno de contrastes, como los más de 30^0C en los meses de Julio-Agosto o los 5^0C bajo cero de mínima en Enero.

La temperatura media anual es de $12,6^0$C. los cambios de invierno a primavera y de verano a otoño no son suaves, sino bruscos, especialmente en primavera y otoño.

En cuanto a las temperaturas medias mensuales, destacan Diciembre con $4,8^0$C de media como mes más frío y Agosto con $21,8^0$C de media como mes más caluroso.

La media de las precipitaciones anuales es de 833 mm, casi un metro de agua por metro cuadrado, una humedad relativa en torno al 70%. Aunque el invierno es laestación que más lluvias registra, son igualmente abundantes en primavera y en otoño.

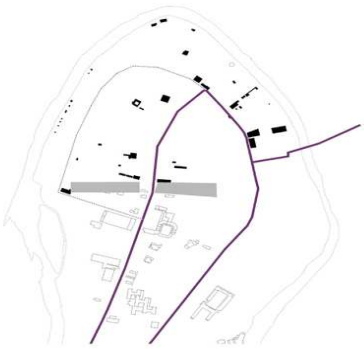
Así, el mes de más precipitaciones es Diciembre, con una media de 147,5 mm, mientras que las mínimas corresponden a Julio y Agosto, con 46,4 y 45 mm respectivamente, que generalmente corresponden a tormentas de verano.

La media de días lluviosos, sin tener en cuenta los de escasas precipitaciones, es de 114 días al año, que se concentran entre el 28 de Octubre y el 24 de Abril.

4.4 SITUACIÓN ACTUAL

Se parte de la certeza de que el paisaje ya existe, subyace en su comportamiento y en su historia. Proponemos una estrategia de puesta en valor de las potencialidades y las trazas del lugar. El territorio tiene en su configuración y su comportamiento un pasado que es la base de su futuro.

En la actualidad el meandro de Aranzadi cuenta con un solo acceso, mediante una pasarela peatonal, en la Chantrea en la zona de Alemanes, cuya pasarela toma el mismo nombre. Se propone aumentar los accesos peatonales para respetar el medio natural que alberga Aranzadi. Más accesos mas usos cívicos. Se adjunta plano con el estado actual.



4.5 SITUACIÓN FINAL

La vuelta de Aranzadi es un recorrido peatonal y rodado claro en la actualidad. El proyecto se propone aumentar su importancia como paseo cívico. Se propone aumentar el número de puentes peatonales de dos a tres, de ésta manera habría uno al norte, en el ápice del meandro, que daría conexión a los ensanches de Rochapea y Chantrea.

Al tener un perfil fino y estilizado, la obra no producirá impacto visual alguno e incluso dará cierto aire de modernidad a la zona que contrastará con la naturaleza de los alrededores.

Capitulo 5. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DEL PROYECTO

Se diseñará una pasarela de estructura metálica, destinada al paso de peatones por encima del río Arga. Sus dimensiones aproximadas serán de 3900 cm de longitud y 300 cm de anchura.

La estructura de la pasarela se realizará principalmente en acero S275JR ($E=21\cdot10^{10}$ N/mm^2, f_y=275N/mm^2). Las acciones que se tendrán en cuenta son:

- Peso propio de la estructura.
- Acciones del terreno.
- Sobrecarga de uso.
- Acciones de viento.
- Acciones térmicas.
- Nieve.
- Acciones sísmicas.

La resistencia a la corriente del río en caso de alcanzar a la estructura metálica, no será tenida en cuenta pues la pasarela presentará un perfil lateral lo suficientemente fino como para que esto represente un problema. En todo caso, la pasarela se situará a una cota superior a la de inundación del río para un periodo de retorno de 10 años.

La estructura de la pasarela debe apoyarse sobre una combinación de apoyos articulado-deslizante, con el fin de evitar deformaciones indeseadas producidas por la dilatación de los elementos de la estructura. Dichos apoyos estarán anclados a los cimientos a ambos lados del río.

Para la construcción de la pasarela primeramente se deberá limpiar y desbrozar la cuenca del río, seguidamente se procederá al movimiento de tierras y se construirán las cimentaciones que se requieran. Se levantará la estructura sobre dichas cimentaciones y por último se colocarán los elementos decorativos que se consideren oportunos. Para todas las operaciones se contará con el despliegue de medios técnicos y de seguridad que sean necesarios.

Capitulo 6. POSIBLES SOLUCIONES

La necesidad de unir las dos márgenes del río Arga a su paso por el meandro de Aranzadi puede plantear varías soluciones, tanto desde el punto de vista de la ubicación como el tipo de estructura.

6.1 UBICACIÓN

La ubicación de la pasarela plantea las dos posibilidades siguientes:

A) Una zona que uniría la vuelta de Aranzadi con la calle Errotazar.
B) Una zona más cercana a la pasarela de Alemanes pero con menor desnivel.

Puesto que el desnivel existente a salvar es un factor muy determinante en la dimensión del proyecto, se han estudiado en un primer momento las diferencias en este aspecto.

Si se colocase la pasarela en el emplazamiento A, el desnivel existente entre ambas márgenes del río sería tan solo salvable con la construcción de una pasarela con ascensor. Este proyecto supondría un gran impacto en la zona. Una zona dedicada a la agricultura y al uso cívico basado en el respeto a la naturaleza. De esta forma la pasarela no lograría cumplir uno de sus objetivos que es fusionarse con el parque.

La mejor ubicación y por tanto la elegida en este caso, es la de colocar la pasarela en el norte, en el ápice del meandro, cercano al barrio de la Rochapea y de la Chantrea, cumpliendo con su objetivo de aumentar las conexiones con los barrios mencionados.

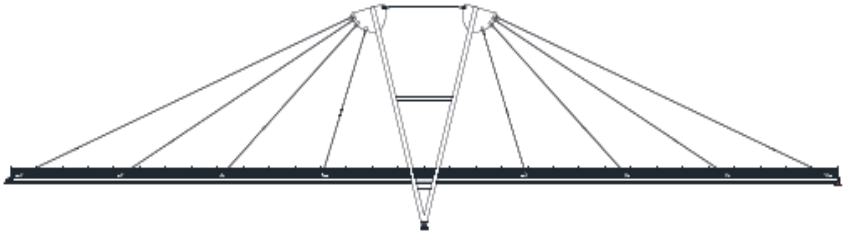
6.2 TIPO DE ESTRUCTURA

Al plantearse el problema de unir las dos márgenes de un río para el paso de peatones, se nos presentan diferentes alternativas.

En primer lugar, sabemos que el tipo de estructura elegida ha de tener unos 39 metros de longitud para unir los dos márgenes del río y una anchura de unos 3 metros.

La primera posibilidad que se ha considerado ha sido hacerlo por medio de una pasarela apoyada en las dos márgenes y además, en un pilar intermedio en medio del río. Con esto, dotaríamos de gran estabilidad a la estructura, y los perfiles de las vigas a colocar en los vanos no serían excesivamente grandes, porque al reducir la luz de vano a la mitad, los momentos flectores se reducirían notablemente.

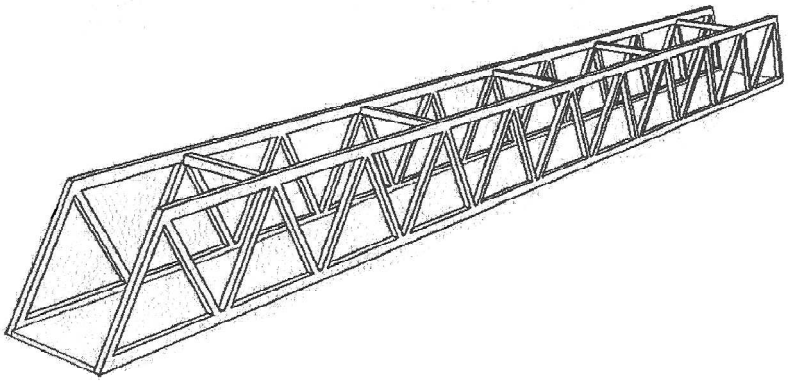
Ejemplo de pasarela triapoyada:



Esta solución, va a ser descartada por una razón muy simple: construir un pilar en el medio de un río resultaría muy caro. Además una vez construido sería de gran impacto medioambiental ya que variaría en gran medida su cauce normal.

Otra posibilidad constructiva sería la de una estructura formada por dos cerchas. Frente a las vigas de alma llena, las cerchas permiten cubrir grandes luces con una mínima cantidad de material y son estructuras muy rígidas. Con un peso propio relativamente pequeño, ofrecen gran resistencia a la flexión.

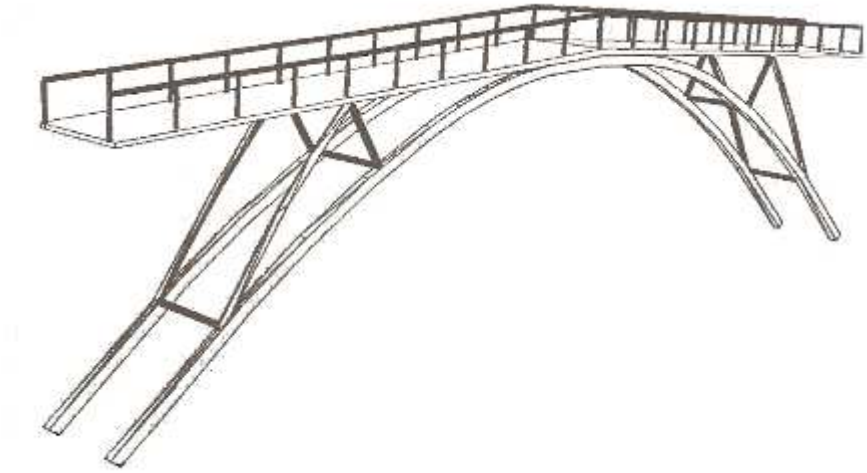
Ejemplo de doble cercha:



Este tipo de pasarela es la primera opción a considerar siempre. Tiene la ventaja de ser muy sencilla de construir, con unos perfiles necesarios pequeños si se le aplica una ligera parábola a los cordones longitudinales de las cerchas, además no es muy llamativa por su reducido tamaño, lo que la hace muy habitual en la comarca de Pamplona. Esta opción tiene el inconveniente de la estética. Situada en el parque de nueva construcción de Aranzadi, no transmite precisamente ese tono de modernidad que se trata de dar. Por ello, pese a su reducido coste, se va descartar esta opción.

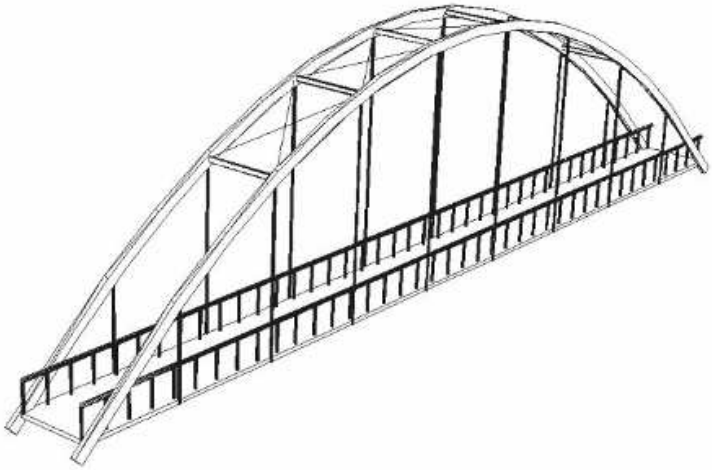
Otro ejemplo seria la pasarela de tablero superior. Se trata de una estructura formada por un tablero con una ligera forma parabólica, soportado por arcos que atravesarían el río de orilla a orilla similar a los antiguos puentes románicos.

Es un tipo de estructura muy ligera, debido a la distribución de cargas que realizan los arcos de soporte del tablero.



Se rechazará esta opción debido al punto de vista estético sería una pasarela que se elevaría demasiado respecto al río y no se encontraría acorde con el estilo del parque.

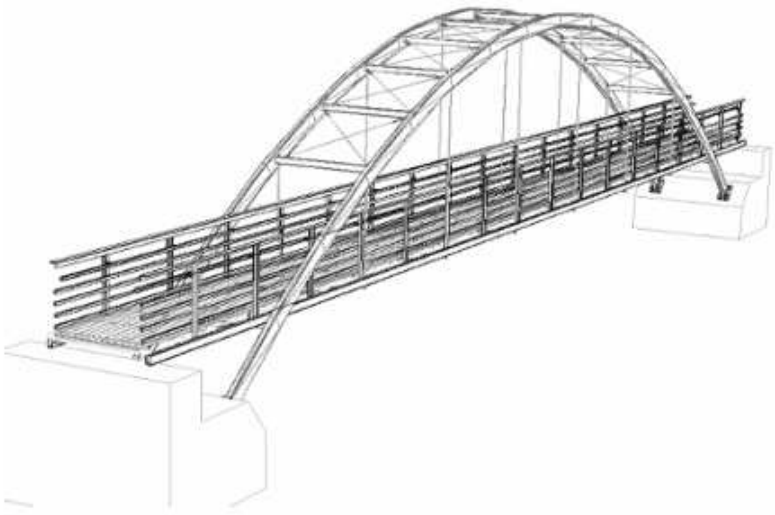
Otro ejemplo, tenemos la pasarela de tablero inferior. Se trata de una estructura formada por dos arcos parabólicos, como se puede observar en la siguiente figura.



La integridad de la estructura se consigue mediante vigas de atado transversales a los arcos y tirantes que lo arriostran, evitando asi que los arcos pandeen y se abran.

Se va a rechazar debido a la altura que alcanza y que la convierte en una pasarela muy llamativa teniendo en cuenta el lugar donde vamos a emplazarla.

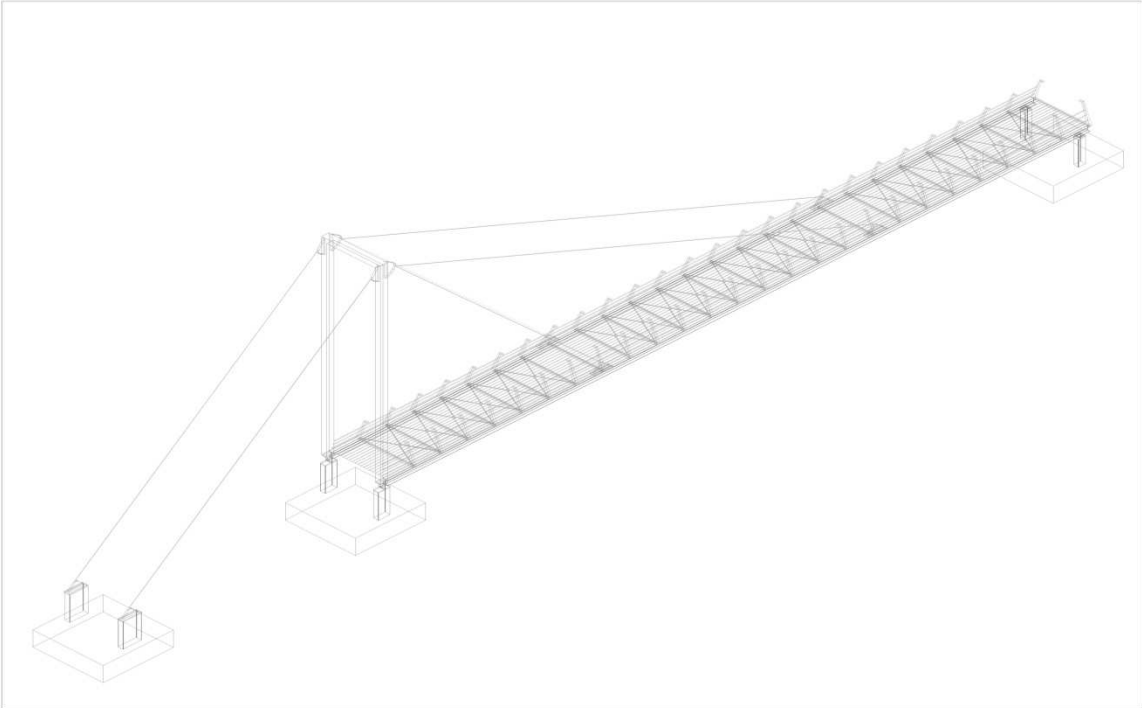
Por ultimo se nos plantea la opción intermedia que es una pasarela que atraviesa el arco. A continuación adjunto imagen:



Estructura cuyos principales elementos son dos arcos de directriz parabólica que sustentan a media altura, mediante tirantes, el tablero de la pasarela. Los apoyos de los arcos nacen a una cota inferior a la de arranque del tablero. Es una solución intermedia entre la pasarela de tablero superior y la de tablero inferior.

Desechar esta pasarela es debido al alto coste de la misma y al largo proceso constructivo que supondría. La estética no era la más acorde con el parque que proyectado.

Capitulo 7. SOLUCIÓN ADOPTADA



La solución adoptada es una pasarela peatonal atirantada y triapoyada de treinta y nueve metros de longitud y tres metros de ancho.

Para decidir las dimensiones y la configuración del pórtico y de los cables tirantes, han sido estudiadas diferentes soluciones con la ayuda del programa CYPE, teniendo en cuenta tanto la estética como los resultados.
Así, para una solución con solo dos pares de cables, los resultados del programa no eran del todo satisfactorios, haciendo necesarios unos perfiles para la viga principal bastante grandes.
Por otra parte, el resultado de colocar cuatro pares de cables tirantes, parecía excesivo para una longitud de 39 metros, haciendo que en el conjunto de la estructura los cables cobraran demasiada importancia.

Finalmente se optó por una solución de tres pares tirantes, dos a un lado y el otro par al otro.

El pórtico de 12 metros de altura sobre el tablero, se sitúa a un extremo de la pasarela. Los cables que tiran de las vigas principales dividen la pasarela en otros tres tramos, el central de 15 metros y otros dos de 12 metros.

La configuración resultante tiene un aire en la línea de construcciones actuales que Navarra está llevando a cabo. Denota la caña de pescar que un pescador está utilizando

en la orilla del rio. Refleja una hermosa estampa que mantiene sobriedad con el parque de Aranzadi proyectado.

Capítulo 8. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La pasarela unirá las dos márgenes del río Arga, por lo que su ubicación y dimensiones finales han estado condicionadas en gran medida por las curvas de inundación del río, tratando de unir los puntos más próximos posibles.

Por otro lado, si nos fijamos en las secciones transversales del río, se puede ver que las márgenes del mismo no están a la misma cota, lo que nos crea el problema, tratándose de una estructura de tablero plano, de igualar las cotas de arranque del mismo. Ambas márgenes del río son terrenos pertenecientes actualmente al Ayuntamiento de Pamplona.

8.1 TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

El tablero de la estructura, partirá desde una cota de 412,61 m sobre el nivel del mar, la misma en ambos extremos, manteniéndose horizontal en todo el vuelo (a esta cota designaremos como cota cero de la construcción).

Respecto a la pasarela diremos que tiene una longitud de 39 m y una anchura de 3 m. Presentará una geometría en planta rectangular y se apoyará en dos vigas principales (HEB 280), que recorrerán toda la longitud del tablero formando sus bordes exteriores.

Sobre estas vigas se apoyaran unas viguetas (IPE160), transversales a las principales y distantes 1,5 m. Sobre estas viguetas se apoyará un entarimado de madera de pino resistente a la intemperie.

La barandilla apoyará sobre las alas de las vigas principales de manera que unas pilastras separadas entre sí 1,5 metros sujetarán unos tubos de acero de harán de pasamanos y barras anticaída.

Los dos extremos de la pasarela y el apoyo 3, apoyan sobre tres zapatas rectangulares excéntricas. El apoyo extremo articulado 1, se sitúa en la margen izquierda del río el apoyo 3 se halla a 14 metros del apoyo 1 y a 53 del apoyo 2.

El pórtico se eleva 12 metros desde el apoyo 1 y hará una pasarela más visible desde la lejanía.

Capítulo 9. MATERIALES EMPLEADOS

9.1 ESTRUCTURAS DE ACERO

9.1.1.- CLASES DE ACERO

Los perfiles que conforman la estructura metálica de la pasarela serán de acero SR275 JR según DB SE-A.

Los tirantes que sustentan las vigas principales serán suministrados por la casa PFEIFER y para su cálculo se ha tenido en cuenta la resistencia que viene indicada en el catálogo

El material de tornillería será el que viene indicado en las correspondientes normas DIN.

9.1.2.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACEROS

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	n	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	$a_{\cdot t}$ (m/m°C)	g (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Acero conformado	S275	2140672.8	0.300	823335.7	2803.3	0.000012	7.850

Notación:

E: Módulo de elasticidad

n: Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura

f_y: Límite elástico

$a_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación

g: Peso específico

9.2 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

9.2.1 COMPONENTES

El hormigón se utilizará en los cimientos de la pasarela, será HA 25/B/20IIa. La dosificación tipo por metro cúbico de hormigón será la siguiente:

- 820 litros de grava
- 420 litros de arena
- 325 kg de cemento
- 200 litros de agua

El armado de las zapatas se realizará mediante mallas electrosoldadas de acero B550T, mientras que los pernos de anclaje se realizaran en acero B-500S. los apoyos de la estructura metálica se materializarán en acero S275 JR.

9.2.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

Designación	HA 25/B/2 Iia
Resistencia carácterística en N/cm^2 a los 7 dias	1400
Resistencia carácterística en N/cm^2 a los 28 días	2500
Consistencia	Blanda
Asiento en centímetros	6-9
Peso específico en kN/cm^3	25
Coeficiente de Poisson	0,2
Coeficiente de dilatación térmica	10^{-3}
Exposición	Humedad media

9.2.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ACERO DE LAS ARMADURAS

Designación	Clase de acero	Límite elástico en Pa	Carga unitaria de rotura en Pa	Alargamiento de rotura en % sobre base de cinco diámetros	Relación
B500S	Soldable	500	550	12	1,05
B500T		500	550	8	1,03

9.3 ESTRUCTURA DE MADERA

9.3.1.- CLASE DE MADERA

La madera que se va a utilizar en este proyecto es madera de pino, en concreto de especie Radiata.

9.3.2.- PROPIEDADES DE LA MADERA

Según el D SE-M el pino de radiata es una madera de clase resistente C18 que presenta las siguientes propiedades

Propiedad		Valor
Densidad kg/m^3	Medio Característico	320 380
Resistencia N/mm^2	Flexión	18
Rigidez N/mm^2	Módulo de elasticidad medio	9

Capítulo 10. DESCRIPCIÓN DETALLADA POR PARTES

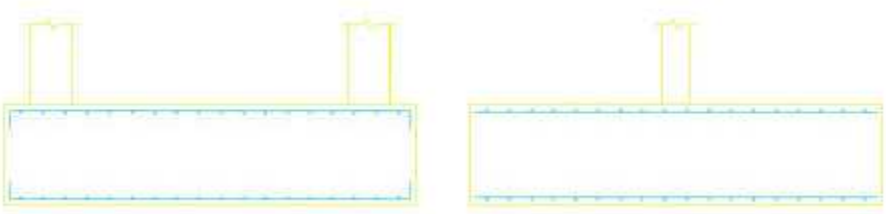
10.1.- CIMENTACIONES

Los cimientos se realizan con hormigón HA 25 de características anteriormente mencionadas. Estarán armados con barras corrugadas de acero B-500S de varios diámetros según indican los planos de las cimentaciones. Fraguarán en encofrados de tablas de pino en condiciones de temperatura superiores a 4º centígrados y en condiciones de humedad apropiadas, estando prohibido hormigonar con lluvia o nieve.

Todas las armaduras estarán ancladas mediante una prolongación en patilla. Se unirán entre sí con alambres y no con puntos de soldadura.

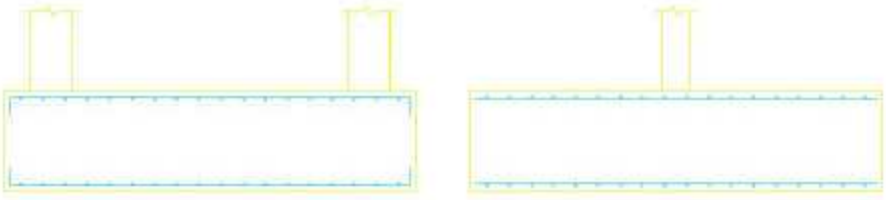
10.1.1.- CIMIENTO 1

Es el situado en la margen izquierda. Es el que recibe las reacciones del apoyo articulado sobre el que descansa el pórtico. Este cimiento debe soportar la carga vertical hacia abajo mas grande de la estructura, ya que absorbe el tiro vertical hacia abajo más grande de la estructura.



10.1.2.- CIMIENTO 2

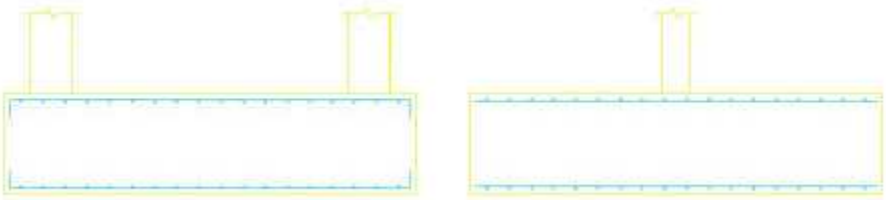
Es el situado en la margen derecha del río. En ese punto la pasarela cuenta con un apoyo deslizante (para evitar los efectos de las fuerzas generadas por una variación de la longitud debidos a cambios de temperatura) por lo que este cimiento solo tiene que soportar una fuerza vertical.



10.1.3.- CIMIENTO 3

El cimiento 3 está situado a catorce metros del apoyo 1. Este cimiento debe trabajar por simple contrapeso, ya que en el cimiento la reacción del apoyo 3 es hacia arriba debido al tiro de los cables.

Es importante elegir unas buenas longitudes de anclaje. Al trabajar a tracción, si la parte superior del cimientono estuviese adecuadamente unida a la parte inferior mediante anclajes, estas tenderían a separarse, dividiéndose el cimiento en dos.



10.2 ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura principal resistente está formada por dos vigas en doble T de ala ancha HEB 280, separadas tres metros entre sí, una a cada lado de la pasarela.

Uniendo las vigas principales existen unas viguetas cada 1,5 metros (IPE 160).

Unidas a las vigas principales hay unas orejetas en las que se anclan los diferentes cables tirantes de alambres cerrados, de 40 y 50 milímetros de diámetro.

Por cada lado, dos de estos cables (los de 38 mm de diámetro) tiran de la viga principal y llegan hasta lo alto del pórtico. Desde aquí, un cable de 50 mm de diámetro contrarresta la componente horizontal de los dos anteriores, dirigiéndola hacia el cimiento 3.

El pórtico, 12 metros de altura, trabaja a compresión transmitiendo las fuerzas verticales de los tirantes desde lo alto hasta el cimiento 1 mediante dos apoyos articulados en la base del pórtico.

Por ultimo, la barandilla irá soldada al ala superior de cada viga principal. Estará formada por unas orejetas separadas entre sí 1,50 metros y unidas por unos tubos huecos de acero de ∅42 milímetros y ∅50 milímetros.

10.2.1.- VIGAS PRINCIPALES

Las vigas principales, a cada lado de la pasarela, son de perfil laminado HEB 280, de acero S 275 JR.

Para completar los más de 34 metros de longitud de la pasarela, las vigas se dividirán en tres tramos. Estos tramos se cortarán según los planos y se soldarán en taller con sus correspondientes orejetas y terminaciones para su posterior traslado a obra, donde se soldarán los tres tramos a tope.

Finalmente, también en obra, se unirán las viguetas cada 2 metros, y se colocarán los arriostramientos.

10.2.2.- VIGUETAS

Las viguetas que unen las vigas principales y sujetan el forjado son IPEs de 160 de acero S 275 JR. Tiene una longitud de 3 metros y estarán soldadas al alma de las vigas principales mediante soldadura. Se considera a efectos como una viga articulada en sus extremos.

Las viguetas no se colocarán en la estructura hasta su montaje en obra, aunque previamente, al igual que las vigas principales y el resto de estructuras metálicas, habrán sido sometidas ya a un proceso de granallado mediante "shotpenning" y se les habrá dado una mano de pintura de minio electrolítica, salvo en los lados que han de ser soldados.

10.2.3.- ARRIOSTRAMIENTOS

Los arriostramientos estarán compuestos por cable de acero en espiral. Serán suministrados por la casa alemana Pfeifer, su designación comercial es OSS-Galfan Coated 1x37 ds 12 mm. En un extremo de cada cable se dispondrá una cabeza de unión tipo 960 y en el opuesto una cabeza de unión y apriete con rosca tipo 964 de la misma casa.

Los cables formaran cruces de San Andrés, ocho cruces en total, partiendo de las cartelas que se situarán a tal efecto en las uniones entre viga de atado y arco. Estas cartelas serán chapas de 12.5mm de espesor, en acero S275JR y se alinearán en el plano que forma la cruz. En el centro de las cruces las cabezas de los cuatro cables se atarán a un disco de unión de la casa Pfeifer.

10.2.4.- PÓRTICO

Se ha proyectado un pórtico formado por dos "columnas" de doce metros, unidas por su extremo superior por una "viga" de unos tres metros de longitud. Además, y para disminuir la longitud de pandeo de dichas columnas, se ha proyectado otra viga de unos tres metros a cuatro metros del punto superior del pórtico.

Tanto las columnas como las vigas están formadas por un perfil rectangular hueco de acero S 275 JR, de 400x280mm y 8 milímetros de espesor.

El pórtico, se confeccionará totalmente en taller, según planos, de manera que a la obra podrá llegar totalmente preparada.

Previamente, habrá sido sometido ya a un proceso de granallado mediante "shotpenning" y se le habrá dado una mano de pintura de minio electrolítica.

En su parte superior, al pórtico se le unirán unas orejetas soldadas (en taller), de las cuales tirarán los cables. Dichas orejetas vienen totalmente detalladas en el plano correspondiente.

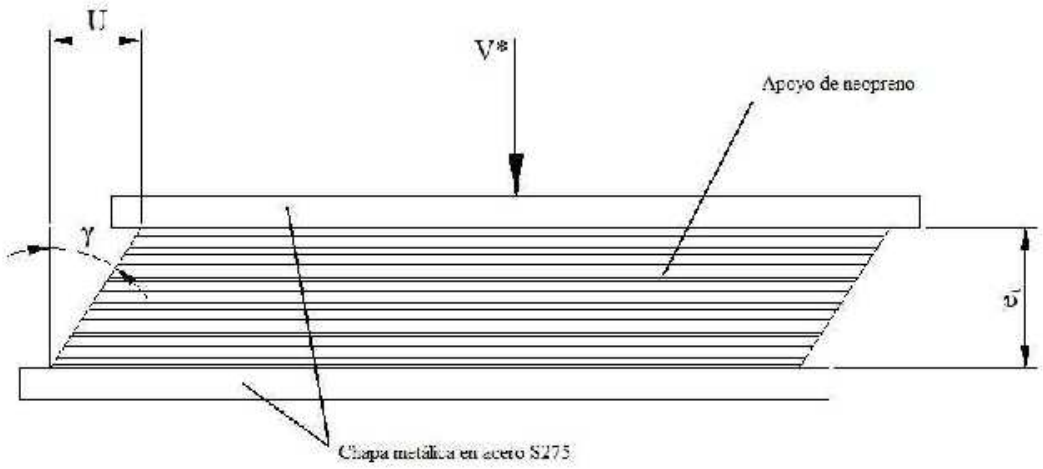
10.2.5.- APOYOS ARTICULADOS

Se dispondrán cuatro apoyos de tipo fijo por bulón, dos en la zapata en la que apoya el pórtico, y otros dos en la zapata que sujeta los tirantes. Los elementos de la articulación, de dimensiones descritas en los planos, se materializarán en acero S275JR.

10.2.6 APOYO DESLIZANTE

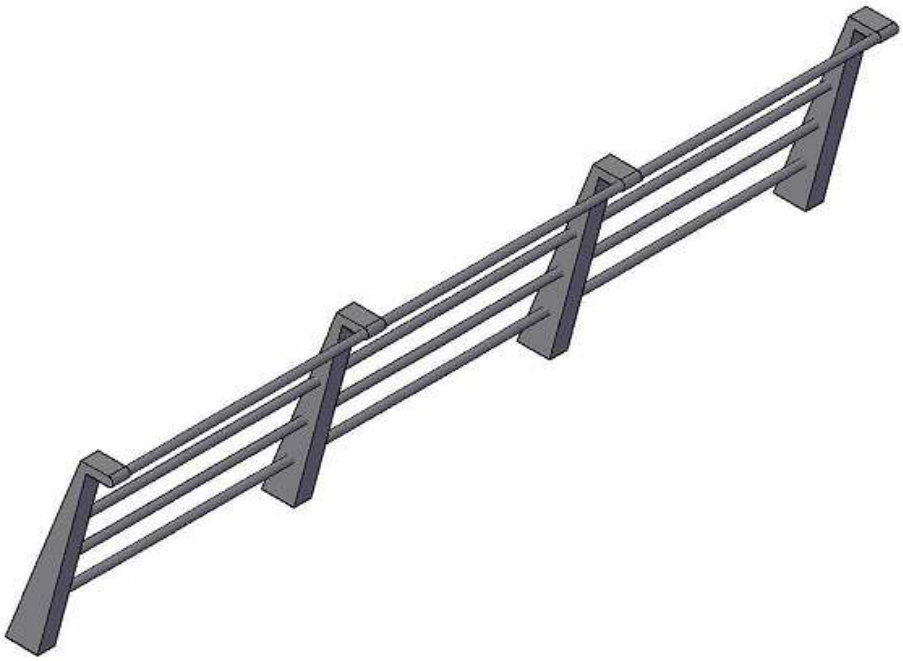
Debido sobre todo a variaciones de temperatura, la estructura se dilatará o contraerá según ascienda o descienda. Si la pasarela estuviera sujeta a sus dos extremos, se producirían unas tensiones internas al variar su longitud. Así, si la obra se realiza en verano, al llegar el invierno y un descenso de temperaturas, se produciría una contracción del material que daría como resultado unas tensiones internas de tracción. Para evitar este efecto, en uno de sus extremos se ha proyectado un apoyo deslizante.

Debido a la longitud de la pasarela, las variaciones de longitud podrían llegar a ser de casi 2,5 centímetros para un salto térmico de 50º C (de -10º C a +40º C), por lo que se ha pensado en un apoyo deslizante elastomérico.



10.2.6.- BARANDILLA

La barnadilla de 111,5 centímetros de altura, está formada por pilastras de 100 milímetros de espesor, separadas entre sí 1,5 metros, unidas por unos perfiles huecos. El más alto de los perfiles hace las veces de pasamanos es de diámetro 40 milímetros, y el reso de los perfiles hacen de entrepaños son de diámetro 40 también.



La barandilla vendrá del taller en partes ya granalladas y con una mano de pintura de mimio, pero no se montarán en obra hasta que la pasarela esté del todo montada.

Las soldaduras se realizarán según lo indicado en los planos.

10.2.7.- CABLES-TIRANTES

Los tirantes son el elemento distintivo de una pasarela de tipo atirantada. El comportamiento de las pasarelas de tipo colgante, desde el punto de vista de la estabilidad, es muy diferente al comportamiento de las pasarelas articuladas.

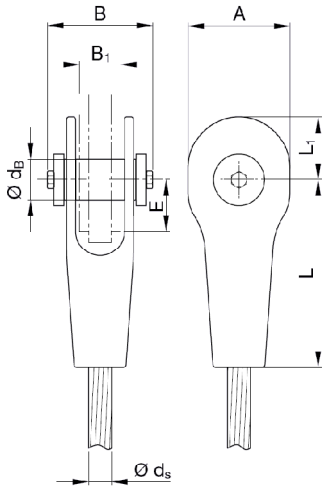
Al ser un elemento de gran responsabilidad el coeficiente de seguridad tomado es de 3. Para los tirantes se han escogido cables de tipo cerrado estanco denominado por el fabricante como "VVS-2 Galfan-Coated" de 40 y 50 milímetros de diámetro.

Los cables de tipo cerrado presentan como ventajas sobre el resto de cables de cordones normales:

- Tener una superficie exterior lisa.
- Una mayor duración por su lento desgaste.
- Una menor tendencia al giro.
- Poseer un alargamiento imperceptible.
- Mantener los alambres en su sitio, sin salir al exterior, en caso de ruptura.

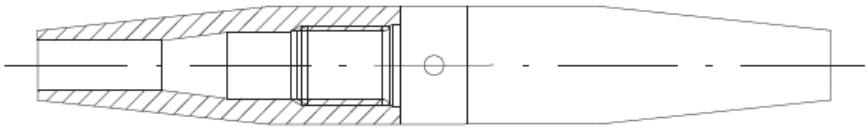
Están especialmente indicados para puentes colgantes por su poco estiramiento lo que permite que trabajen bien a tracción sin sufrir deformaciones que harían que deje de trabajar. Por otra parte, su exterior cerrado y liso, hace que soporte mejor las inclemencias del tiempo haciendo frente a la oxidación mejor que otros tipos de cables.

Los cables serán preparados con unos terminales de unión tipo 960. Estos terminales también serán suministrados por la misma casa suministradora de los cables.



Una vez colocados los cables deberán ser tensados para que entren en carga. De no ser así, los cables estarían en su sitio pero no trabajarían según lo previsto

Para que los cables se puedan tensar han de ser divididos en dos y en su sito se ha de colocar un manguito de unión a rosca y contra rosca que haga las funciones de tensor al ser girado.



Este manguito, al igual que el terminal cónico abierto, será encargado a la empresa que suministra los cables.

Para montar los terminales cónicos abiertos y los manguitos tensores con los cables se ha de seguir unos pasos.

- Primero se introduce la punta del cable en la oquedad preparada para ese fin.

- Después se ha de descablear el extremo del cable en una longitud un poco mayor que la cavidad troncocónica del terminal.

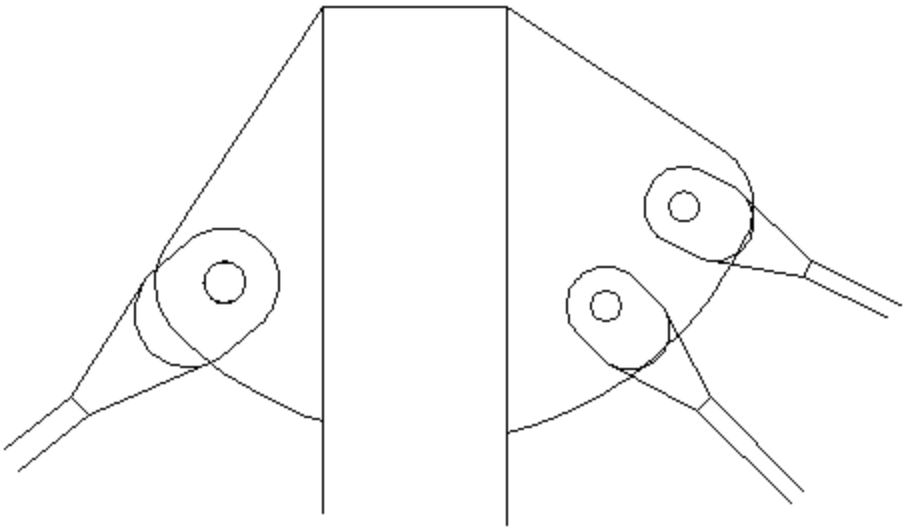
- Se limpian los restos de grasa.

- Se doblan las puntas de los alambres sobre si mismos a modo de bastón.

- Se calienta el terminal a 100º para evitar un enfriamiento brusco del metal de aportación.

- Se cuela dentro de la cavidad el metal fundido que puede se zinc electrolítico o una aleación de 83% de plomo, 7% de estaño y 10% de antimonio.

El resultado, una vez montado el cable al terminal y sujeto a las correspondientes orejetas, es el representado en el gráfico.



10.3 ENTARIMADO

Sobre las viguetas se colocará finalmente el entarimado. El entarimado de la pasarela se realizará en madera de pino radiata, en forma de tablones de 15 cm de ancho y 7 cm de espesor, seca, pulida y ranuras por la parte superior con moldura antideslizante. Será imputrescible y resistente a ambientes húmedos.

El resultado final es un solado de madera de pino, muy visto. Para una mayor resistencia de la madera a las condiciones climatológicas, se le aplicarán dos manos de barniz sintético RPP-17 según normativa NTE/RPP-43.

El material de los elementos de tortillería será el que viene indicado en las correspondientes normas DIN.

Capítulo 11. PROCESO DE EJECUCIÓN PREVISTO

La ejecución del presente proyecto se llevará a cabo tanto en taller como en la propia obra. Los trabajos en taller podrán ser realizados al unísono con los trabajos en la obra, de hecho al comienzo de la ejecución se trabajará tanto en obra como en taller.

Se comenzará por el desbroce y limpieza de terreno con ayuda de excavadoras y palas. Esta primera capa de tierra vegetal se conservará para su reutilización más adelante.

Se harán las excavaciones a los dos lados del río, según los planos de las cimentaciones con la ayuda de excavadoras. Se compactará el terreno y cuando este seco se verterá una capa de hormigón de limpieza de unos 10 centímetros de espesor.

Se prepararán los encofrados de los cimientos y se colocarán las armaduras según el plano de cimentaciones. Del mismo modo antes de verter el hormigón se colocarán los anclajes previstos para amarrar las placas de los apoyos.

Con cuidado y vibrándolo continuamente se verterá el hormigón HA 25 en masa dentro de los encofrados. Esta operación es muy importante dado la complejidad relativa de los cimientos de esta pasarela.

Mientras en obra se realizan estas operaciones, al mismo tiempo en el taller se preparará la estructura metálica.

Las vigas principales se prepararán en tres tramos tal y como se indica en su apartado correspondiente, de manera que puedan ser transportadas hasta la obra en camiones largos.

El pórtico será preparado en el taller en dos partes tal y como figura en el documento correspondiente de Planos, con sus orejetas y su proceso de granallado y pintado.

El resto de elementos metálicos como las orejetas de anclaje de los tirantes, las orejetas de la barandilla, los cortes de los tubos de la barandilla…serán preparadas en taller con su proceso de granalla y pintura.

También será necesario preparar los cables tirantes a las medidas necesarias con sus correspondientes terminales.

Las vigas principales serán transportadas a obra en camiones largos de transporte y una vez allí se preparará un taller metálico de obra para unir con soldadura las tres partes de cada viga principal. A estas vigas principales se unirán mediante soldadura las viguetas.

A la vez que se realizan estas operaciones en el taller de obra se podrá ir colocando el pórtico en sus anclajes y después. Los cables serán colocados pero no tensados.

Con la ayuda de una tornapunta regulable (a definir por D.O.) se sujetará el pórtico articulado para que se mantenga en la posición adecuada. Posteriormente, y ayudado por un camión grúa pesado, se colocará la estructura metálica en su sitio por tramos, empezando por el extremo del pórtico y se soldarán dichos tramos según planos.

Una vez colocada la estructura se podrán tensar los cables con la ayuda de los manguitos roscados.

Se soldará la barandilla sobre las alas del las vigas principales tal y como se indica en los planos y se procederá al pintado de la estructura dado que en el proceso de montado de la estructura se habrán soldado partes que requieren ser pintadas con sus manos de pintura de minio electrolítico y de pintura esmalte.

Por último, se colocará el entarimado de madera de pino sobre las viguetas, se lijará y se barnizará.

Deberán adoptarse todas las medidas de seguridad y salud laboral debiendo desarrollarse un programa o Plan de Seguridad por parte de la empresa constructora de tal forma que se garantice la seguridad del personal de la propia obra así como mediante delimitación y señalización para las personas ajenas a la misma.

Capítulo 12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.317,20 €
CAPÍTULO 2	CIMENTACIONES	7.200,40 €
CAPÍTULO 3	APOYOS	1.206,86 €
CAPÍTULO 4	ESTRUCTURA	78.710,81 €
CAPÍTULO 5	BARANDILLA	11.619,60 €
CAPÍTULO 6	ENTARIMADO	32.293,60 €
CAPÍTULO 7	DESPLIEGUE DE MEDIOS	12.480,00 €

Presupuesto de Ejecución Material:	151.828,47 €
Gastos Generales 10%	15.182,85 €
Beneficio Industrial 6%	9.109,71 €
Honorarios Ingeniero Técnico Inds. 4%	6.073,14 €
Total	182.194,17€
18% IVA:	32.794.95€
Presupuesto de Ejecución por contrata:	214.989,12 €

Asciende el presente presupuesto a expresada cantidad de: **DOSCIENTOS CATORCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DOCE CÉNTIMOS.**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA

CÁLCULOS

Autor: Borja Jiménez León

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Septiembre 2012

ÍNDICE

Capítulo 1. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

Los diferentes cálculos han sido realizados según la normativa del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico-Seguridad Estructural del Acero (CTE DB-SE-A) que es de obligado cumplimiento en todo el estado desde el mes de marzo de 2006.

Para el cálculo de la estructura metálica se ha utilizado un programa informático como complemento y ayuda a los cálculos manuales. Concretamente se ha estudiado el cálculo estructural mediante el software desarrollado por CYPE INGENIEROS, mediante el módulo llamado Nuevo Metal 3D versión 2012i.

Del mismo modo, para el cálculo de las cimentaciones de la estructura se ha utilizado el módulo del mismo software Elementos de Cimentación versión 2012i.

1.1. ACCIONES PERMANENTES

1.1.1. PESO PROPIO

Para el cálculo de la subestructura tablero se han tenido en cuenta los pesos exactos de cada uno de sus elementos, aunque en una primera aproximación o predimensionado, nos hayamos fijado en datos de obras existentes. Para realizar estos cálculos se han tenido en cuenta los pesos de cada uno de los elementos.

Gracias al uso del programa CYPE no ha sido necesario tener en cuenta los pesos propios de las diversas partes que componen la estructura, pues automáticamente el programa los calcula. Solo ha habido que introducir los siguientes pesos propios:

- Tablonazo de madera de pino radiata
- Barandilla

1.1.2 ACCIONES DEL TERRENO

Se considera que el terreno ejerce un empuje activo sobre los cimientos, en componente horizontal y vertical. Su valor viene dado por la norma CTE-DB-SE-C, para determinarlo se tendrá en cuenta que el terreno es un terreno natural formado por limo, arenas y gravas.

1.2 ACCIONES VARIABLES

1.2.1 SOBRECARGA DE USO

Su valor viene dado por la norma CTE-DB-SE-AE. La normativa en su documento básico sobre acciones en la edificación, en el apartado 3.1.1 (valores de la sobrecarga), no hace referencia al caso específico de una pasarela peatonal, consideramos que se asemeja a un espacio de tránsito de acceso público, por lo que la sobrecarga será de 5 kN/m^2 .

1.2.2 ACCIONES SOBRE BARANDILLA

La barandilla de la pasarela según la normativa para espacios de libre movimiento debe ser capaz de soportar una fuerza horizontal uniformemente distribuida 1,6 kN/m^2 aplicada sobre el borde superior del elemento.

1.2.3 ACCIONES DEL VIENTO

Al tratarse de una estructura abierta, la acción del viento será leve, sin embargo al tener un pórtico de una altura considerable, para el cálculo se tendrá en cuenta la acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e. Según la norma se considera que el viento actúa en las dos direcciones ortogonales más desfavorables. Puede expresarse como:

$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$ siendo:

q_b : Presión dinámica del viento: 0,5 kN/m^2.

c_e : Coeficiente de exposición para zona: 1,4 kN/m^2.

c_p : Coeficiente eólico de presión: 1 kN/m^2.

Con estos parámetros obtenemos una presión estática de, $q_e = 0,7$ kN/m^2.

1.2.3 ACCIONES TÉRMICAS

Es la producida por las deformaciones debidas a cambios de temperatura. En esta estructura no se han considerado las acciones térmicas, ya que la pasarela dispone en uno de sus extremos de un apoyo deslizante que absorbe la deformación producida por las variaciones de temperatura. Además el documento básico SE-AE comenta que pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existanelementos continuos de más de 40 m de longitud. Como en este caso la luz de la pasarela es de 39m no deberemos poner ninguna junta de dilatación.

1.2.4. NIEVE

Como valor de la carga de nieve por unidad de superficie tomamos:

μ: coeficiente de forma: 1

S_k: calor característico de la carga de nieve: 0,6 kN/ m^2.

Q_n: carga de nieve: 0,6 kN/ m^2.

1.3 ACCIONES ACCIDENATALES

1.3.1 SISMO

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 clasifica las construcciones según los daños que pueda ocasionar su destrucción, en el caso de la pasarela la construcción es de importancia moderada ya que la probabilidad de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros, es despreciable. Por estos motivos no es necearia la aplicación de la norma a altitud de entre 401 y 600m.

Capítulo 2. CONDICIONES DE SEGURIDAD

2.1.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

Se han empleado los coeficientes parciales de seguridad según el DB-SE.

Tabla 2.1.1:

Tipo de acción	Coeficiente parcial de seguridad
Permanente	1,35
Variable	1,5

2.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Se han empleado los coeficientes parciales de seguridad según el DB-SE-C.

Tabla 2.2.1:

Situación del dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		γ_R	γ_M	γ_E	γ_F
Persistente o Transitoria	Hundimiento	3,0	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5	1,0	1,0	1,0
	Vuelco	1,0	1,0	0,9	1,0

Capítulo 3. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

3.1 ESTRUCTURAS DE ACERO

3.1.1 CLASES DE ACERO

Los perfiles que conforman la estructura metálica de la pasarela serán de acero S275JR según DB-SE-A.

Tanto los tirantes que sustentan las vigas principales será suministrados por la casa PFEIFER y para su cálculo se ha tenido en cuenta la resistencia que viene indicada en el catálogo.

El material de los elementos de tornillería será el que viene indicado en las correspondientes normas DIN.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACEROS

Las características mecánicas que recoge la UNE EN 10025 para los aceros S 275 JR son los siguientes:

Límite elástico:	$\sigma_e = 275$ N/mm^2 (2.800 Kg/cm^2)
Módulo de elasticidad:	$E = 2{,}1 \cdot 10^5$ N/mm^2
Módulo de rigidez:	$G = 8{,}1 \cdot 10^4$ N/mm^2
Coeficiente de Poisson:	$\upsilon = 0{,}3$
Coeficiente de dilatación térmica:	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$ (ºC)$^{-1}$
Peso específico:	7.850 Kg/m^3
Tensión de rotura:	$\sigma_r = 440$ N/mm^2 (4.400 Kg/cm^2)
Alargamiento de rotura:	22%
Porcentaje de carbono:	0,22%

Tabla 4.1 **Características mecánicas mínimas de los aceros** UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm^2)			Tensión de rotura f_u (N/mm^2)	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 (1)
S450J0	450	430	410	550	0

(1) Se le exige una energía mínima de 40J.

3.2 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

3.2.1 COMPONENTES

El hormigón utilizado tanto en las cimentaciones como en el forjado de la pasarela será HA 25 /P/20/IIa. La dosificación por m^3 será aproximadamente:

- 300 Kg de cemento (I-A-L 42.5L).
- 200 l de agua.
- 645 Kg de arena.
- 1290 Kg de material árido.

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que prescribe la Instrucción EHE-08-CTE.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN EHE

HORMIGONES	TIPIFICACIÓN (art. 39.2) (T)	(R)	(C)	(TM)	(A)	(R) Cálculo	Relación A/C	Mínimo contenido cemento	Recubrimiento nominal (rnom)	Nivel de control de calidad	Nivel de control de materiales Yc
ZAPATAS Y MUROS	HA	25	B	25	IIa	16.6	0.50	275	35	Estadi.	1.50
MICROPILOTES	HA	30	B	12	IIa+SR	20	0.50	350	45	Estadi.	1.50
SOLERA INTERIOR	HA	25	B	25	IIa	16.6	0.50	275	35	Estadi.	1.50
RESTO ESTRUCTURA	HA	25	B	25	IIa	16.6	0.50	275	35	Estadi.	1.50

BARRAS CORRUGADAS	DESIGNACION	Limite elástico (fyk) N/mm2	Resistencia de cálculo N/mm2	Producto certificado	Nivel de control de calidad	Nivel de control de materiales Ys
IGUAL EN TODA LA OBRA	B-500-S	500	434	Aenor	Normal	1.15

ALAMBRES CORRUGADOS	DESIGNACION	Limite elástico (fyk) N/mm2	Resistencia de cálculo N/mm2	Producto certificado	Nivel de control de calidad	Nivel de control de materiales Ys
IGUAL EN TODA LA OBRA	B-500-T	500	434	Aenor	Normal	1.15

CONTROL DE EJECUCION	Nivel de control de calidad	Nivel de control de ejecución Yg	Nivel de control de ejecución Yg"	Nivel de control de ejecución Yq
IGUAL EN TODA LA OBRA	Normal	1.50	1.60	1.60

Observaciones : -Si se hormigona contra el terreno el recubrimiento lateral de zapatas, encepados o cualquier otro elemento será de 70mm.
-Si se hormigona contra encofrado u hormigón de limpieza rige el recubrimiento establecido en la tabla.

3.3 ESTRUCTURA DE MADERA

3.3.1. CLASE DE MADERA

La madera que se va a utilizar en este proyecto es madera de pino, en concreto de la especie Radiata.

3.3.2. PROPIEDADES DE LA MADERA

Según el DB-SE-M el pino radiata (o pino insignius) es una madera de clase resistente C18 que presenta las siguientes propiedades:

Propiedad		**Valor**
Densidad en Kg/m^3	Medio	320
	Característico	380
Resistencia en N/mm^2	Flexión	18
Rigidez en kN/mm^2	Módulo de elasticidad medio	9

Capítulo 4. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1 CÁLCULO DEL ENTARIMADO DE MADERA

El entarimado debe ser capaz de soportar el tránsito de personas y las nevadas que puedan caer, estará formado por listones de madera dispuestos en sentido longitudinal, y estos a su vez estarán soportados por unas viguetas en sentido transversal.

El entarimado de la pasarela se realizará en madera de pino radiata, en forma de tablones de 15cm de ancho y 6 cm de espesor, seca, pulidas y ranuradas por la parte superior con moldura antideslizante. Será imputrescible y resistente a ambientes húmedos.

Para mayor simplicidad de cálculo se realizará en considerando un solo tablñon como una viga simple apoyada en los extremos (por ser más solicitada que la viga continua), de dimensiones 15x6 cm con apoyos (viguetas transversales) cada 150cm.

Características mecánicas del pino radiata:

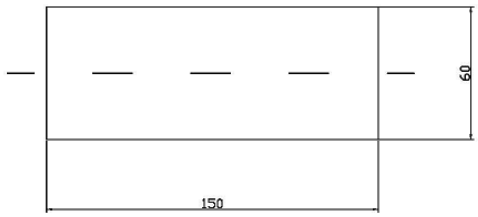
- Densidad característica: 3800 N/m^3
- Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 18 N/mm^2

Para el cálculo del entarimado se han tenido en cuenta las siguientes cargas:

- Carga permanente (0):
  Peso propio: 266 N/m^2
- Cargas permanente (1):
  Sobrecarga de uso: 5000 N/m^2

Nieve: 600 N/m^2

Subtotal (1): 5600 N/m^2



Momento de Inercia: $I_{xx'}$=270

La carga lineal mayorada q* que deben soportar los tablones de madera será:

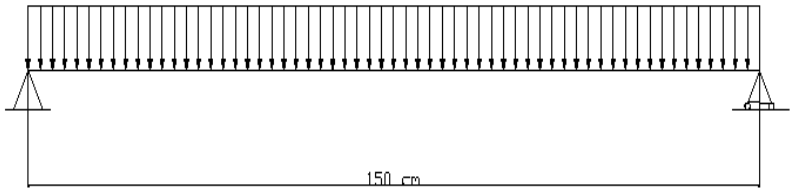
q(0) = 266 N/m^2 x 0,15m = 39,9 N/m

q(1) = 5600 N/m^2 x 0,15m = 840 N/m

q* = q(0) x γ + q(1) x γ = 39,9 N/m x 1,35 + 840 N/m x 1,5 = 1313,865 N/m

q = 879,9 N/m

q* = 1313,865 N/m



M^*_{max} = 369,55 N·m

El momento flector máximo que debe aguantar la madera es:

$$M^*_{max} = \frac{q^* \times .l^2}{8} = \frac{1313{,}865\, N/m \times (1{,}5m)^2}{8} = 369{,}55 \text{ N·m}$$

La tensión debida al momento flector:

$$\sigma_{max} = \frac{M^*_{max}}{I_{xx'}} \times y_{max} = \frac{369{,}55 N \cdot m \times 100\, cm/m}{270 cm^4} \times 3cm = 410{,}611 \text{N/cm}^2$$

$\sigma_{max} = 410{,}611$ N/cm^2 < 830 N/cm^2 $\longrightarrow$ Se cumple

La flecha de los tablones será:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13{,}138\, N/cm \cdot (150cm)^4}{900000\, N/cm^2 \cdot 270cm^4} = 0{,}357\text{cm}$$

La deformación de la viga permitida es de l/350.

Como la luz entre viguetas es de 1,5m, l = 1,5m

Por lo tanto se comprueba lo siguiente:

$$\frac{l}{350} > f$$

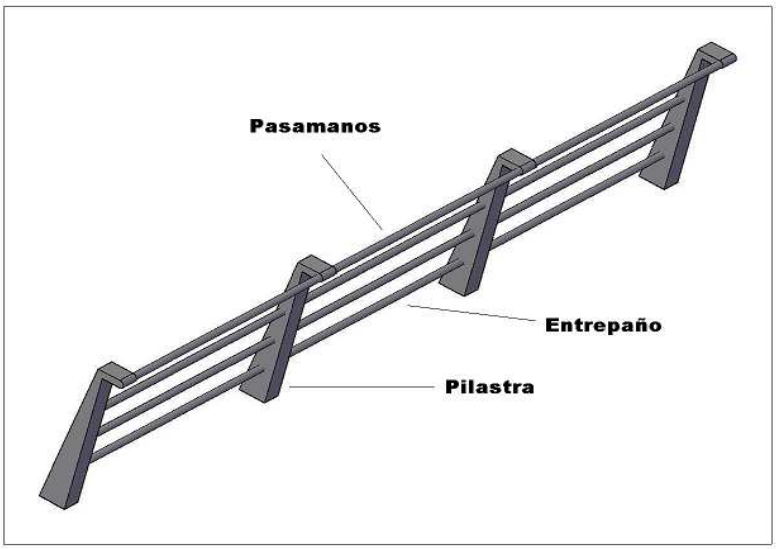
$$\frac{150}{350} > 0{,}357$$

0,428cm > 0,357cm $\rightarrow$ La sección del entarimado es válida

4.2 CÁLCULO DE LA BARANDILLA

Las barandillas tienen como misión proteger a personas y objetos del riesgo de caída del puente. Para ello se dispondrán a cada lado del entarimado, mediante pilastras soldadas a las vigas principales y enlazadas mediante barras huecas de acero.

La disposición que tendrá la barandilla para un tramo entre dos pilastras es la siguiente.

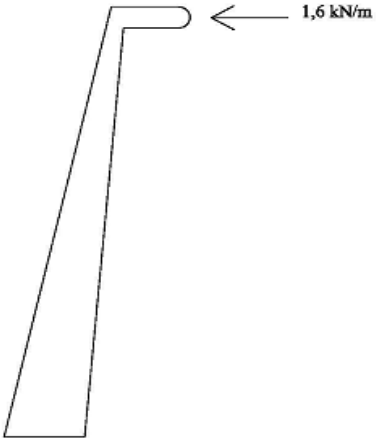


Denominación	Perfil	Longitud (cm)	Cantidad
Pasamanos	Ø 50x3	140	1
Entrepaños	Ø 40x4	140	3
Pilastras	-	-	2

4.2.1 CÁLCULO DEL PASAMANOS Y LOS ENTREPAÑOS

La normativa DB-SE-AE establece que las solicitaciones que ha de soportar la barandilla, para una zona de libre movimiento, es una carga horizontal uniformemente distribuida de 1,6 kN/m aplicada sobre el borde superior del elemento. La barandilla tiene una separación entre pilastras de 150cm, para realizar los cálculos se ha considerado el pasamanos como una viga simplemente apoyada bajo la acción de una carga uniformemente repartida.

El momento máximo que soportarán los pasamanos y entrepaños es:



La carga mayorada q* que deben soportar los pasamanos y entrepaños será:

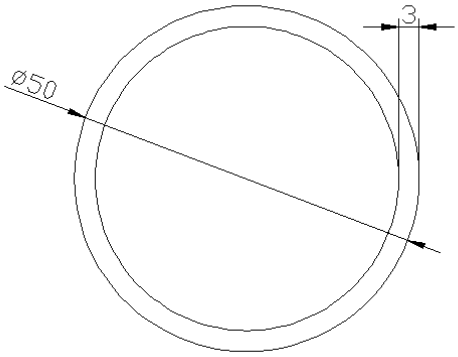
q= 1,6 kN/m

q*= q $x\gamma$ = 1,6 kN/m x 1,5 = 2,4kN/m

$$M^*_{max} = \frac{q^* \times l^2}{8} = \frac{2400\, {}^{N}\!/_{m} \times (1{,}5m)^2}{8} = 675 \text{ N·m}$$

1. Pasamanos

Estudiamos la sección del pasamanos:



Momento de Inercia: $I_{xx'}$= 12,275 cm^4

Estado límite último:

La resistencia elástica de la sección es:

$M_{el,Rd} = W_{el}$ x f_{yd} = 4,91 cm^3 x 26200 N/cm^2 = 128642 N·cm

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 262 \text{ MPa}$$

$M^*_{max} < M_{el,Rd}$ = 67500N·cm < 128642 N·cm → Se cumple

Estado límite último:

La flecha de los pasamanos será:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2{,}4\, {}^{N}\!/_{cm} \cdot (150cm)^4}{21000000\, {}^{N}\!/_{cm^2} \cdot 12{,}275cm^4} = 0{,}01 \text{ cm}$$

Máxima flecha admisible = l/350

Como la luz entre viguetas es de 1,5m, l =1,5m

Por lo tanto:

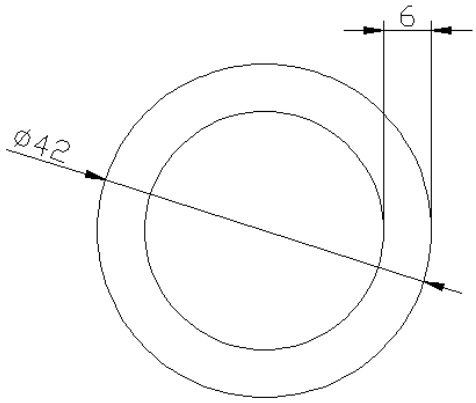
$$\frac{l}{350} > f$$

$$\frac{150}{350} > 0{,}01\text{cm}$$

0,48 cm > 0,01 cm → La sección del pasamanos es válida.

2. Entrepaños

Estudiamos la sección del pasamanos:



Momento de inercia: $I_{xx'}$= 7,415 cm^4

Estado límite último:

La resistencia elástica de la sección es:

$M_{el,Rd} = W_{el} \times f_{yd} = 3{,}53\ cm^3 \times 26200\ N/cm^2 = 92486\ N{\cdot}cm$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 262\ \text{MPa}$$

$M^*_{max} < M_{el,Rd} = 67500 N{\cdot}cm < 92486\ N{\cdot}cm$ → Se cumple

Estado límite de servicio:

La flecha de los pasamanos será:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2{,}4\, N/cm \cdot (150cm)^4}{21000000\, N/cm^2 \cdot 7{,}415cm^4} = 0{,}017cm$$

Máxima flecha admisible = l/350

Como la luz entre viguetas es de 1,5m, l =1,5m

Por lo tanto:

$$\frac{l}{350} > f$$

$$\frac{150}{350} > 0{,}017cm$$

0,48 cm > 0,017 cm -> La sección del pasamanos es válida.

3. Pilastras

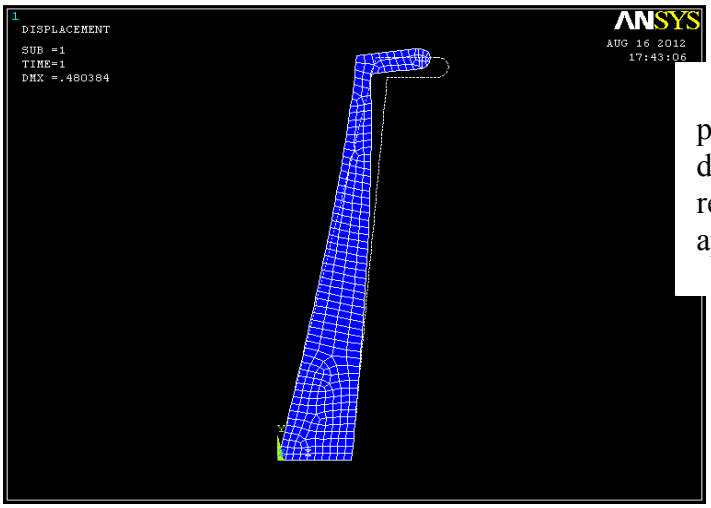
Para realizar los cálculos de las pilastras se ha recurrido al programa de simulación por elementos finitos "ANSYS" ya que las pilastras poseen una geometría especial. Para ello se crea en el programa la geometría de la pilastra y se le aplican las cargas necesarias, en este caso:

q = 1,6 kN/m

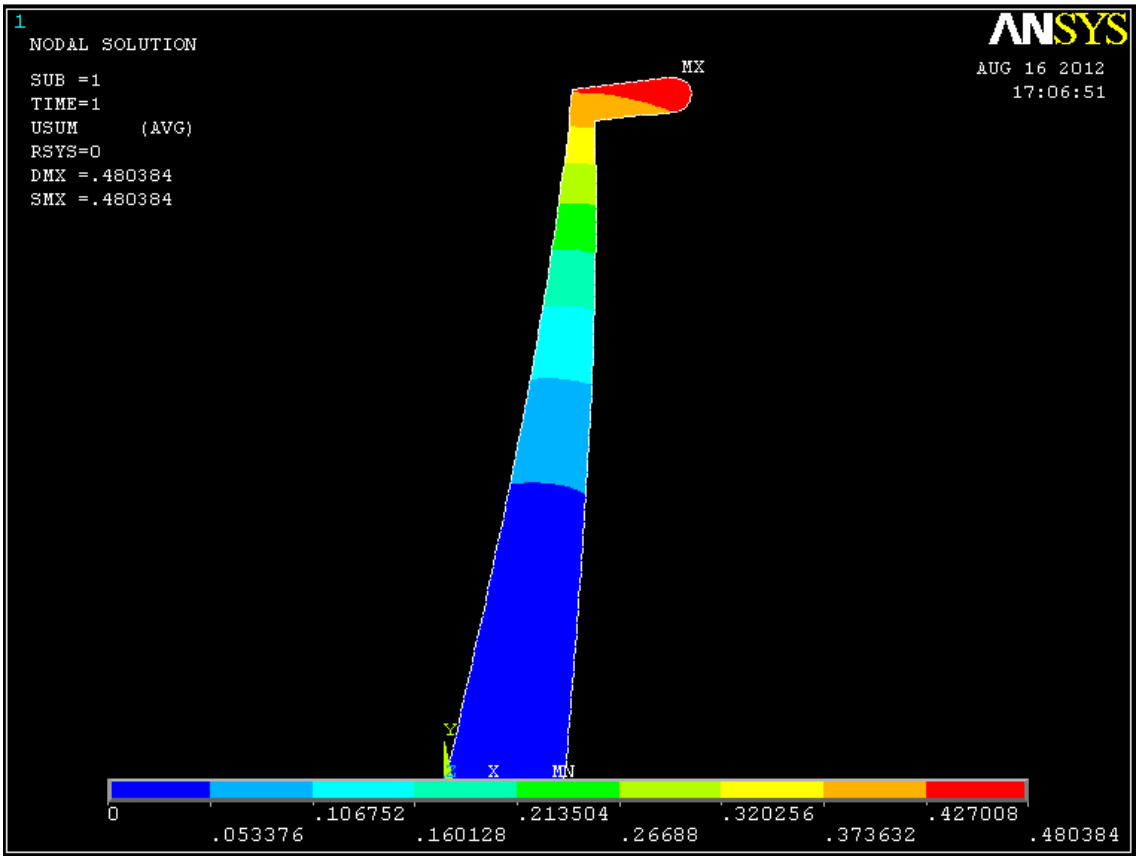
q* = q x γ = 1,6 kN/m x 1,5 = 2,4 kN/m

Q = 2,4 kN/m x 1,5m = 3,6 kN

El resultado obtenido es el siguiente:

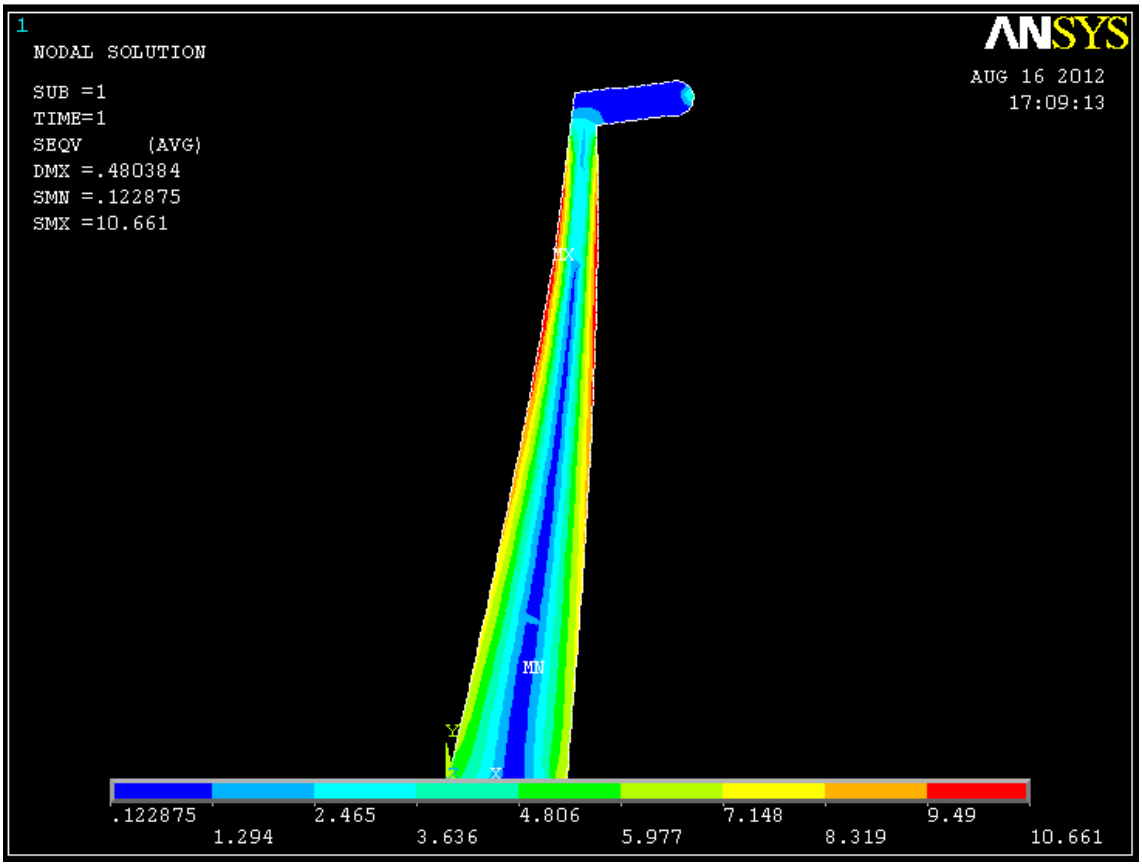


En esta primera imagen podemos comprobar cómo se deforma al aplicar la carga respecto a la pilastra sin carga aplicada.



Analizando las deformaciones, en la parte inferior aparecen los desplazamientos sufridos por la pilastra en milímetros. Se puede observar que el mayor desplazamiento ocurre en el extremo superior de la pilastra, que es de 0,480384mm. Se puede asegurar que la pilastra cumple lo exigido.

En cuanto a tensiones ANSYS, nos ha dado los siguientes resultados en MPa:



La zona interior coloreada muestra el comportamiento de la pilastra ante la carga aplicada. En la fila inferior de la pantalla se puede observar las tensiones Von Misses que soporta en MPa y el color correspondiente a cada tensión. Se puede apreciar como varían las tensiones a lo largo de la pilastra, alcanzando como valor máximo 10,661 MPa, por lo que la pilastra soportará el esfuerzo sin problemas.

4.2.2 CÁLCULO DE LAS SOLDADURAS DE LAS PILASTRAS

Las pilastras irán soldadas a las vigas principales. Se recurrirá a una soldadura a tope con penetración total mediante la práctica de un chaflán sencillo. Ésta no necesitará de ninguna comprobación de cálculo pues la resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas, cumpliéndose en este caso pues ha sido calculada en el apartado referente al cálculo de las pilastras.

4.4.3. CÁLCULO DEL PESO DE LA BARANDILLA

Denominación	**Perfil**	**Longitud (cm)**	**Cantidad**	**Longitud Total (m)**	**Peso (N/m)**	**Medición (N)**
Pasamanos	**Ø50x3**	**140**	**26**	**36,4**	**34,76**	**1256,3**
Entrepaños	**Ø40x4**	**140**	**78**	**109,2**	**35,49**	**3875,51**
Pilastra			**27**		**190 (N/unidad)**	**5130**
					Peso total	**10.261,81**

Como hay dos barandillas, una en cada viga principal:

Peso total = 2 x 10.261,81 = 20.523,62

4.3. CÁLCULO DE LAS VIGAS PRINCIPALES, VIGUETAS, PÓTICO Y ARROSTRAMIENTOS

Para simplificar el cálculo de las vigas principales, viguetas y pórtico, se ha empleado el programa CYPE. Puesto que en dicho programa no es posible la introducción de tirantes, que ene esta pasarela son los que sujetan toda la estructura, lo que se ha realizado ha sido la sustitución de la acción de los tirantes, por apoyos deslizantes.

Primeramente se ha realizado un cálculo para saber el valor de la carga que deben soportar los tirantes. Una vez obtenido el valor de esa carga, se apliaca en el pórtico como una carga puntual para simular las acciones que ejercen los cables en el pórtico con el valor que le corresponda y se calcula toda la estructura obteniendo los siguientes resultados.

Se han introducido un total de hipótesis de carga que son las siguientes:

1.- Peso propio

El peso propio de las vigas principales viguetas y pórtico lo calcula el programa automáticamente. Actúa en dirección vertical negativa.

Vigas principales: 1,03 kN/m

Viguetas : 0,16 kN/m

Vigas del pórtico: 0,82 kN/m

Se desprecia el peso de los cables.

2.- Peso del entarimado y barandilla:

Entarimado: 266 N/m^2. Como las viguetas están separadas 1,5metros entre sí, en cada una se aplican 266 N/m^2 x 1,5m = 399N/m. (En las viguetas extremas se aplican 266 N/m). Actúa en dirección vertical negativa.

Barandilla: 263,2 N/m

3.- Sobrecarga de uso:

Esta carga es soportada por las viguetas. Tiene un valor de 5kN/m^2. Como las viguetas están separadas 1,5 metros entre sí, en cada una se aplican:

5000N/m^2 x 1,5m = 7500N/m (en las viguetas extremas se aplican 3750N/m). Actúa en dirección vertical negativa.

4.- Viento 1:

Hipótesis que representa la acción del viento en el sentido perpendicular a la longitud de la pasarela. Se representa en forma de carga lineal que actúa solo en la sección del pórtico y de la viga principal situadas a barlovento. Tiene un valor de 1,25 kN/m2.
En el pórtico se aplican: 1,25 kN/m^2 x 0,4 m = 0,5 kN/m
En la viga principal: 1,25 kN/m^2 x 0,28 m = 0,35 kN/m.

5.- Viento 2:

Hipótesis que representa la acción del viento en el sentido longitudinal de la pasarela comenzando en el lado en el que se encuentra el pórtico. Se representa en forma de carga lineal que actúa solo en la sección del pórtico situada a barlovento. Tiene un valor de 1,25 kN/m^2.
En las vigas verticales del pótico se aplican: 1,25 kN/m^2 x 0,28m = 0,35kN/m
En las vigas horizontales se aplican: 1,25 kN/m^2 x 0,4m = 0,5kN/m

6.- Nieve:

Hipótesis que representa la acción de la nieve sobre la estructura. Actúa en sentido vertical negativo, sobre las viguetas y las vigas principales. Tiene un valor de 0,6 kN/m^2. Como las viguetas están separadas 1,5 metros entre sí, en cada una se aplican 0,6kN/m^2 x 1,5m = 0,9 kN/m (en las viguetas extremas se aplican 0,6kN/m). En las vigas principales se aplican 0,6kN/m^2 x 0,28m = 0,168kN/m.

4.3.1.- GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA

La estructura calculada es metálica y consta de dos partes diferenciables: El pórtico de sustentación de los tirantes y la pasarela continua de dos vigas que se apoya en los dos extremos.

La pasarela posee una longitud total de 39 m con con dos orejetas de anclaje de los tirantes que ayudan en la sujeción de la pasarela. La primera orejeta está situada a 12 m del pórtico mientras que la segunda se encuentra a 27 m.

El ancho útil de la pasarela es de 2.60 m y el ancho total de la misma 3 m.

La tipología de la estructura de la pasarela se basa en dos vigas que recorren 39 m atravesadas por unas viguetas cada 1.5 m, que a su vez están unidas mediante cruces de San Andrés.

El pórtico esta formado por unos perfiles de acero laminado con forma de cajón rectangular de 280x400x8

4.3.1.1.- MATERIALES UTILIZADOS

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	α_t (m/m °C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Acero conformado	S275	2140672.8	0.300	823335.7	2803.3	0.000012	7.850

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
α_t: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

4.3.1.2.- DESCRIPCIÓN

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N2/N10	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N10/N6	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N6/N12	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N12/N8	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N14	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N14/N16	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N16/N18	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N18/N20	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N20/N22	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N22/N24	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N24/N26	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N26/N28	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N28/N30	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N30/N32	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N32/N34	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N34/N36	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N36/N38	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N38/N40	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N40/N42	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N42/N44	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N44/N46	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
		N46/N48	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N48/N50	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N50/N52	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N52/N54	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N54/N3	N2/N3	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N4/N3	N4/N3	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N1/N9	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N5	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N11	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N11/N7	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N13	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N13/N15	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N15/N17	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N17/N19	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N19/N21	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N21/N23	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N23/N25	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N25/N27	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N27/N29	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N29/N31	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N31/N33	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N33/N35	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N35/N37	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
		N37/N39	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N39/N41	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N41/N43	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N43/N45	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N45/N47	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N47/N49	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N49/N51	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N51/N53	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N53/N4	N1/N4	HE 280 B (HEB)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N11/N12	N11/N12	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N13/N14	N13/N14	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N15/N16	N15/N16	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N17/N18	N17/N18	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N19/N20	N19/N20	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N21/N22	N21/N22	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N25/N26	N25/N26	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N27/N28	N27/N28	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N29/N30	N29/N30	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N31/N32	N31/N32	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
		N33/N34	N33/N34	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N35/N36	N35/N36	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N37/N38	N37/N38	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N39/N40	N39/N40	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N41/N42	N41/N42	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N43/N44	N43/N44	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N45/N46	N45/N46	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N47/N48	N47/N48	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N49/N50	N49/N50	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N51/N52	N51/N52	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N53/N54	N53/N54	IPE 160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N9/N6	N9/N6	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N6/N11	N6/N11	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N11/N8	N11/N8	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N8/N13	N8/N13	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N13/N16	N13/N16	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N16/N17	N16/N17	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N10/N5	N10/N5	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N5/N12	N5/N12	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N12/N7	N12/N7	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N7/N14	N7/N14	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N14/N15	N14/N15	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N15/N18	N15/N18	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
		N22/N23	N22/N23	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N23/N26	N23/N26	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N26/N27	N26/N27	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N27/N30	N27/N30	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N30/N31	N30/N31	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N31/N34	N31/N34	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N34/N35	N34/N35	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N35/N38	N35/N38	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N21/N24	N21/N24	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N24/N25	N24/N25	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N25/N28	N25/N28	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N28/N29	N28/N29	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N29/N32	N29/N32	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N32/N33	N32/N33	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N33/N36	N33/N36	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N36/N37	N36/N37	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N42/N43	N42/N43	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N43/N46	N43/N46	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N46/N47	N46/N47	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N47/N50	N47/N50	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N50/N51	N50/N51	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N51/N54	N51/N54	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N41/N44	N41/N44	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N44/N45	N44/N45	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N45/N48	N45/N48	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N48/N49	N48/N49	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N49/N52	N49/N52	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
		N52/N53	N52/N53	D 12 (D)	3.354	0.00	0.00	-	-
Acero conformado	S275	N2/N55	N2/N55	CC 280x400x8 (CC)	8.000	1.00	1.00	-	-
		N56/N55	N56/N55	CC 280x400x8 (CC)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N1/N56	N1/N56	CC 280x400x8 (CC)	8.000	1.00	1.00	-	-
		N55/N57	N55/N57	CC 280x400x8 (CC)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N58/N57	N58/N57	CC 280x400x8 (CC)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N56/N58	N56/N58	CC 280x400x8 (CC)	4.000	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

4.3.1.3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.30	68.31	3.60
		2	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
		3	D 12, (D)	1.13	1.02	1.02	0.10	0.10	0.20
Acero conformado	S275	4	CC 280x400x8, (CC)	104.83	52.27	36.27	14016.97	24200.20	27729.65

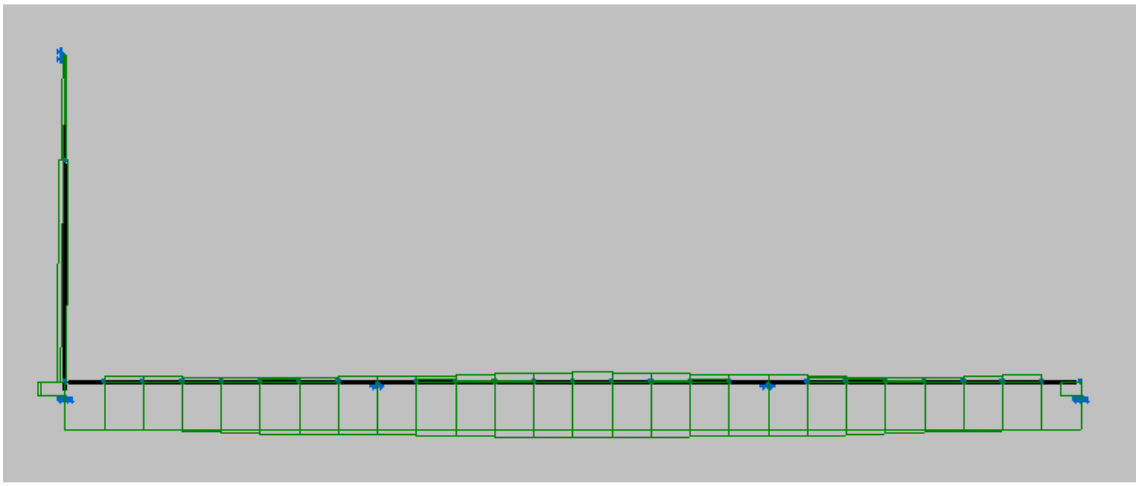
Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

4.3.1.4.- RESUMEN DE MEDICIÓN

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 160	81.000	81.000	293.164	0.163	0.163	1.195	1278.06	1278.06	9381.42
			HE 280 B	78.000	78.000		1.025	1.025		8045.62	8045.62	
			D 12	6.708	134.164		0.001	0.007		5.96	57.74	
		HEB										
Acero conformado	S275	CC	CC 280x400x8	30.000	30.000	30.000	0.315	0.315	0.315	2468.85	2468.85	2468.85

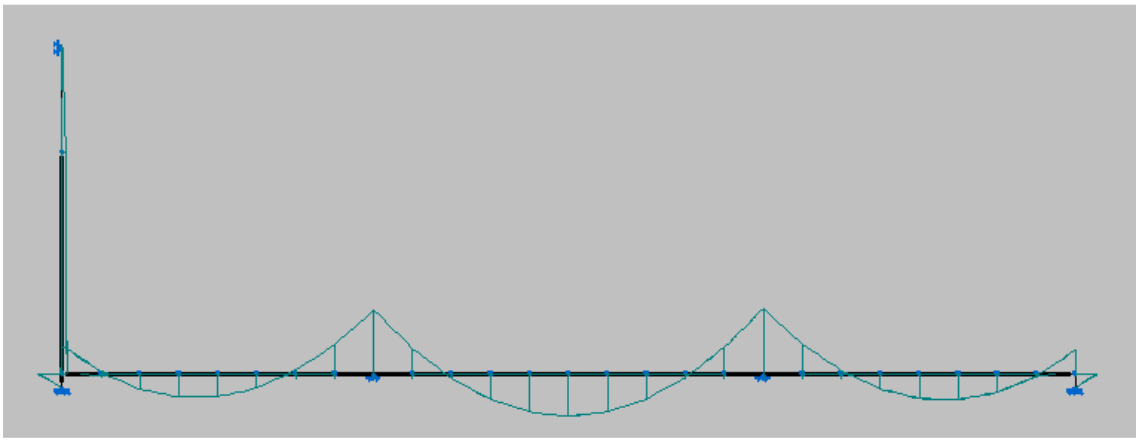
4.3.2.- GRÁFICA DE CORTANTES

El diagrama adjunto no tiene escala. Únicamente describe de forma aproximada de esfuerzos cortantes soportados por la estructura.



4.3.3.- GRÁFICA DE MOMENTOS FLECTORES

El diagrama adjunto no tiene escala. Únicamente describe de forma aproximada de esfuerzos cortantes soportados por la estructura.



4.3.4.- REACCIONES

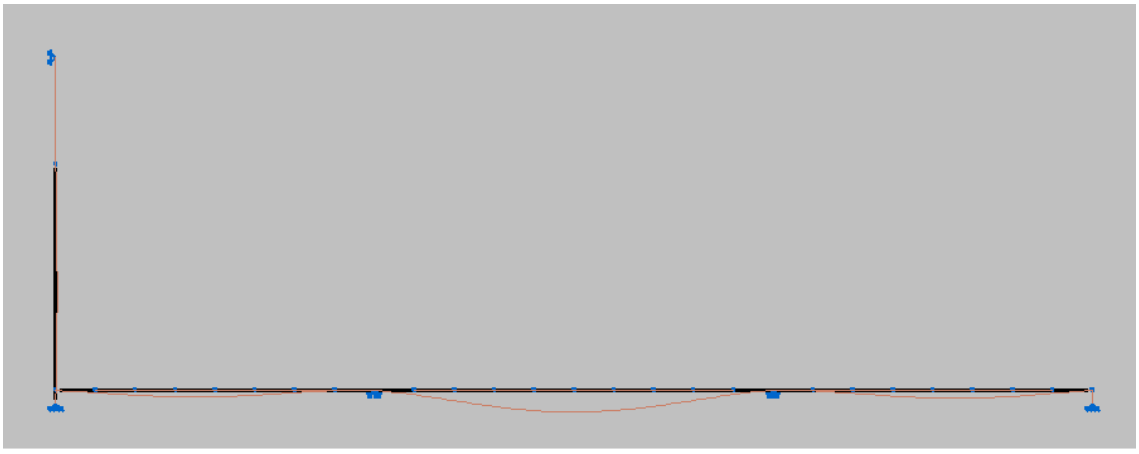
Reacciones en los nudos							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Carga permanente	0.969	-0.118	21.835	0.000	0.000	0.000
N2	Carga permanente	0.841	0.297	21.490	0.000	0.000	0.000
N3	Carga permanente	0.679	0.000	4.761	0.000	0.000	0.000

Reacciones en los nudos							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N4	Carga permanente	0.679	0.000	4.761	0.000	0.000	0.000
N19	Carga permanente	0.000	0.000	15.102	0.000	0.000	0.000
N20	Carga permanente	0.000	0.000	15.134	0.000	0.000	0.000
N39	Carga permanente	0.000	0.000	15.603	0.000	0.000	0.000
N40	Carga permanente	0.000	0.000	15.603	0.000	0.000	0.000
N57	Carga permanente	0.376	-1.025	0.000	0.000	0.000	0.000
N58	Carga permanente	0.387	-0.295	0.000	0.000	0.000	0.000

4.3.5.- DESPLAZAMIENTOS

4.3.5.1.- GRÁFICA DE DESPLAZAMIENTOS

El diagrama adjunto no tiene escala. Únicamente describe de forma aproximada el comportamiento deformacional de la estructura.

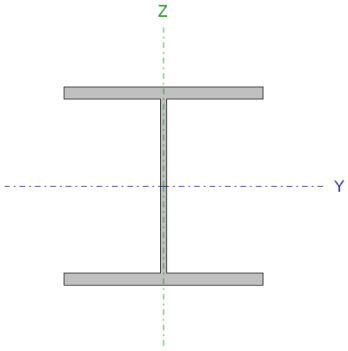


4.3.6 COMPROBACIÓN DE LOS PERFILES

Para asegurar el cumplimiento de la resistencia de todos los perfiles de la estructura, se han comprobado los Estados Límites Últimos de las barras más desfavorables de cada tipo de perfiles empleados. Los resultados son los siguientes:

4.3.6.1.- VIGA PRINCIPAL HEB280

Perfil: HE 280 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_v^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N40	N42	1.500	131.40	19270.00	6595.00	143.70

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.500	1.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N40/N42	$\bar{\lambda}$ < 2.0	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 6.2	x: 0 m η = 64.0	x: 1.5 m η = 2.3	x: 0 m η = 21.0	x: 1.5 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 70.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 21.0	x: 1.5 m η = 0.2	**CUMPLE η = 70.9**

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
- *λ: Limitación de esbeltez*
- *λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_Y: Resistencia a flexión eje Y*
- *M_Z: Resistencia a flexión eje Z*
- *V_Z: Resistencia a corte Z*
- *V_Y: Resistencia a corte Y*
- *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*
- *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- *M_t: Resistencia a torsión*
- *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *☐: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida `l de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

`l : ***0.24*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *131.40* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *6192.732* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *18094.610* t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *6192.732* t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*19270.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*6595.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*143.70*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*1130000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*1.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*1.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{i_0}$:	*14.03*	cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*12.11*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*7.08*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **23.24 ≤ 169.50** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*244.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*10.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*25.62*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*50.40*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2701.33*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.060*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.062*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *20.437* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *338.052* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la **Clase** : *1*

capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *131.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **g_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *331.273* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *131.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **g_{M1}** : *1.05*

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_y : *1.00*

c_z : *0.98*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_y : *0.50*

f_z : *0.54*

a: Coeficiente de imperfección elástica. — **a_y** : *0.34* — **a_z** : *0.49*

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

`l_y : *0.14*

`l_z : *0.24*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — **N_{cr}** : *6192.732* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *18094.610* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	**$N_{cr,z}$** :	*6192.732*	t
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	**$N_{cr,T}$** :	∞	

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.640*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **M_{Ed}^{-}** : *25.244* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *39.465* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — **$W_{pl,y}$** : *1534.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **g_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.023*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **M_{Ed}^{+}** : *0.419* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *18.462* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — **$W_{pl,z}$** : *717.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **g_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.210*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.170* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *43.669* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *29.40* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *280.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *10.50* mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.24 < **65.92**

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. **l_w** : *23.24*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. **$l_{máx}$** : *65.92*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.493* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *157.120* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *105.78* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. — **A** : *131.40* cm²

d: Altura del alma. — **d** : *244.00* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *10.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — g_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

9.170 ≤ 21.835

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.170* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *43.669* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.414 ≤ 78.560**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.414* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *157.120* t

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.709*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.705*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.454*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *20.437* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{-}$** : *25.244* t·m **$M_{z,Ed}^{-}$** : *0.157* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *338.052* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección **$M_{pl,Rd,y}$** : *39.465* t·m

bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,z}$: *18.462* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *131.40* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: *1534.00* cm³

$W_{pl,z}$: *717.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2701.33* kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : *1.00*

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : *0.99*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*

$C_{m,z}$: *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

c_y : *1.00*

c_z : *0.98*

`$l_y$, `l_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

`l_y : *0.14*

`l_z : *0.24*

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

a_y : *0.60*

a_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

9.170 ≤ **21.835**

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *9.170* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *43.669* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.186* t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *79.83* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.210*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.170* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

	$V_{pl,T,Rd}$:	*43.659*	t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$:	*43.669*	t
$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$t_{T,Ed}$:	*0.87*	kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.	W_T :	*79.83*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2572.69*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2701.33*	kp/cm²
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} :	*1.05*	

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N42, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} :	*0.296*	t
$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed}$:	*0.001*	t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *157.083* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$:	*157.120*	t
$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$t_{T,Ed}$:	*0.87*	kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.	W_T :	*79.83*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2572.69*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2701.33*	kp/cm²
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} :	*1.05*	

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*19270.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*6595.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*143.70*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*1130000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*14.03*	cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*12.11*	cm
	i_z :	*7.08*	cm
y_0 , z_0:	y_0 :	*0.00*	mm

Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

23.24 ≤ 169.50 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*244.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*10.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*25.62*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*50.40*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2701.33*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.060*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.062*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *20.437* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$ **$N_{c,Rd}$** : *338.052* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *131.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ **$N_{b,Rd}$** : *331.273* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *131.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M1}** : *1.05*

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_y : *1.00*

c_z : *0.98*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_y : *0.50*

f_z : *0.54*

a: Coeficiente de imperfección elástica. **a_y** : *0.34* **a_z** : *0.49*

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$:	0.14	
$\bar{\lambda}_z$:	0.24	

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} :	6192.732	t
$N_{cr,y}$:	18094.610	t
$N_{cr,z}$:	6192.732	t
$N_{cr,T}$:	∞	

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.640*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{-} : 25.244 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 39.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}$: 1534.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.023*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.419* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *18.462* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *717.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.210*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *9.170* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *43.669* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *29.40* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. — **h** : *280.00* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *10.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — g_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.24 < **65.92**

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. — l_w : *23.24*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. — $l_{máx}$: *65.92*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. — **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref} :	*2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2701.33*	kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} :	*0.493*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *157.120* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *105.78* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*131.40*	cm²
d: Altura del alma.	**d** :	*244.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*10.50*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2701.33*	kp/cm²
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} :	*1.05*	

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **9.170 ≤ 21.835**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *9.170* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *43.669* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.414 ≤ 78.560**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.414* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *157.120* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.709*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.705*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.454*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	*20.437*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{-}$:	*25.244*	t·m
	$M_{z,Ed}^{-}$:	*0.157*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	*338.052*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*39.465*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*18.462*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*131.40*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	*1534.00*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*717.60*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2572.69*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2701.33*	kp/cm²
g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M1} :	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : *1.00*

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : *0.99*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$:	*1.00*
	$C_{m,z}$:	*1.00*
c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	c_y :	*1.00*
	c_z :	*0.98*
`$l_y$, `l_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	`l_y :	*0.14*
	`l_z :	*0.24*
a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	a_y :	*0.60*
	a_z :	*0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **9.170 ≤ 21.835**

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$V_{Ed,z}$** : *9.170* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd,z}$** : *43.669* t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ **$M_{T,Rd}$** : *1.186* t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *79.83* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.210*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones
1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.170* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$ **$V_{pl,T,Rd}$** : *43.659* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *43.669* t

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.87* kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *79.83* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N42, para la combinación de acciones
1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.296* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *157.083* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *157.120* t

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.87* kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *79.83* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

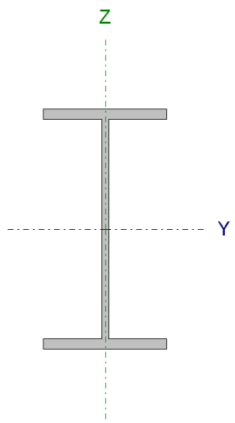
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2701.33* kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.05*

4.3.6.2.- VIGUETA IPE160

Perfil: IPE 160
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N2	N4	3.000	20.10	869.30	68.31	3.60

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N2/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 8.7	x: 0 m η = 26.8	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 10.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 46.4	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE η = 46.4**

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
`l: Limitación de esbeltez
l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: ***1.87*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *20.10* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *16.036* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *204.069* t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *16.036* t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*869.30*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*68.31*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*3.60*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*3960.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*3.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*3.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{i_0}$:	*6.83*	cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*6.58*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*1.84*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **29.04 ≤ 250.58** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*145.20*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*7.26*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*6.07*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{vf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.020*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.087*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.75·Nieve.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *1.093* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *53.662* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase :	*1*	
A :	*20.10*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$:	*2669.77*	kp/cm²

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *12.603* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *20.10* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : *0.92*

χ_z : *0.23*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : *0.67*

ϕ_z : *2.54*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.21*

α_z : *0.34*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: *0.53*

$\bar{\lambda}_z$: *1.87*

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$\mathbf{N_{cr}}$: *16.036* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	*204.069*	t
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	*16.036*	t
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	∞	

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.268*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{+} : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1+0.75·Nieve.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{-} : *0.886* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *3.308* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}$: *123.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.181*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *0.126* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.697* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: *26.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.100*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.235* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: *12.331* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *8.00* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *160.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$ **29.04** < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *29.04*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.084* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *19.792* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.84* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *20.10* cm²

d: Altura del alma. **d** : *145.20* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **1.235 ≤ 6.166**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.235* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *12.331* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.084 ≤ 9.896**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.084* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *19.792* t

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **η :** ***0.464*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **η :** ***0.405*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **η :** ***0.424*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1+0.75·Nieve.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *0.822* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de **$M_{y,Ed}^{-}$** : *0.886* t·m

cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{z,Ed}^{+}$:	*0.126*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	*53.662*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*3.308*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*0.697*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*20.10*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	*123.90*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*26.10*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : *1.01*

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : *1.09*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$:	*1.00*	
	$C_{m,z}$:	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*0.92*	
	χ_z :	*0.23*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.53*	
	$\bar{\lambda}_z$:	*1.87*	
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y :	*0.60*	
	α_z :	*0.60*	

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{1.235} \leq \mathbf{6.166}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *1.235* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *12.331* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

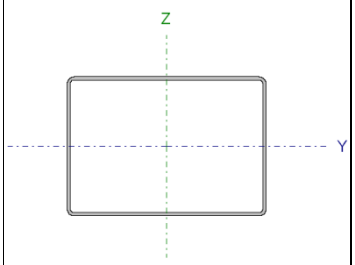
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.3.6.3.- VIGA VERTICAL PÓRTICO CC 280x400x8

Perfil: CC 280x400x8
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N3	N56	8.500	104.83	14016.97	24200.20	27729.65

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	8.500	8.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N3/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 8.8	x: 3.19 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.6	x: 8.5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.8	η < 0.1	η = 2.5	x: 8.5 m η = 0.3	η < 0.1	**CUMPLE η = 11.8**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: ***0.80*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *4*

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. — **A_{ef}** : *94.43* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *409.889* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *409.889* t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *707.670* t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*14016.97*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*24200.20*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*27729.65*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*83193.25*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*8.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*8.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{i_0}$:	*19.09*	cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*11.56*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*15.19*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **48.00 ≤ 505.88** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*384.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*8.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*61.44*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*22.40*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.40*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.013*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.019*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Viento1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *3.242* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *252.104* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la **Clase** : *4*

capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. — A_{ef} : *94.43* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *166.358* t

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. — A_{ef} : *94.43* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : *0.66*

χ_z : *0.78*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : *0.97*

ϕ_z : *0.79*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: *0.80*

$\bar{\lambda}_z$: *0.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : *409.889* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	*409.889*	t
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	*707.670*	t
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	∞	

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.088*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	M_{Ed}^+ :	*0.607*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	M_{Ed}^- :	*2.083*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *23.601* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.	**Clase** :	*4*	
$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.	$W_{ef,y}$:	*884.02*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.05*	

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.023*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.188 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1+0.75·Nieve.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *0.900* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *39.190* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *2*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: *1467.90* cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{vd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.413* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *65.108* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *42.24* cm²

$$A_V = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *264.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma:
(CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.00 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *33.00*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Sobrecargadeuso+1.5·Viento1+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.409* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *96.483* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *62.59* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *104.83* cm²

d: Altura del alma. **d** : *264.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$	**50.00**	<	**64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *50.00*

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad \mathbf{0.413 \leq 32.554}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.413* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *65.108* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad \mathbf{0.251 \leq 48.241}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.251* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *96.483* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.112*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : ***0.118*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : ***0.098*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones
1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento1+0.75·Nieve.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	*2.634*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$:	*2.083*	t·m
	$M_{z,Ed}^+$:	*0.436*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*4*	
$N_{u,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección eficaz.	$N_{u,Rd}$:	*252.104*	t
$M_{0,Rd,y}$, $M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{0,Rd,y}$:	*23.601*	t·m
	$M_{0,Rd,z}$:	*32.305*	t·m
e_{Ny}, e_{Nz}: Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	e_{Ny} :	*0.00*	cm
	e_{Nz} :	*0.00*	cm

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef} :	*94.43*	cm²
$W_{ef,y}$, $W_{ef,z}$: Módulos resistentes de la sección eficaz correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{ef,y}$:	*884.02*	cm³
	$W_{ef,z}$:	*1210.01*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{u,Rd}}$$

k_y : *1.01*

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{u,Rd}}$$

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$:	*1.00*
	$C_{m,z}$:	*1.00*
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*0.66*
	χ_z :	*0.78*
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.80*
	$\bar{\lambda}_z$:	*0.61*
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y :	*0.80*
	α_z :	*1.00*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{0.413} \leq \mathbf{32.552}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	*0.413*	t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$:	*65.103*	t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \quad \mathbf{0.025} \quad ✓$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed}$:	*0.662*	t·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \qquad M_{T,Rd} : \quad 26.293 \text{ t·m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.	W_T :	*1705.76*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : **0.003** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento2+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.168 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.002 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}}\right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 65.103 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 65.108 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.13 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 1705.98 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta <$ ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Sobrecargadeuso+0.9·Viento2+0.75·Nieve.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.033* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.002* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}}\right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *96.475* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *96.483* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.13* kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *1705.98* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

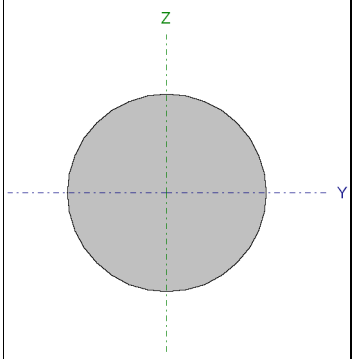
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

4.3.6.4.- ARRIOSTRAMIENTO D12

Perfil: D 12
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N51	N54	3.354	1.13	0.10	0.10	0.20

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N51/N54	$\bar{\lambda} \leq 4.0$	η = 98.0	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	**CUMPLE η = 98.0**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) *La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
(2) *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
(3) *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
(4) *No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
(5) *No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
(6) *No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
(7) *La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
(8) *No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *1.13* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. — $\mathbf{N_{cr}}$: ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.980*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Viento1.

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *2.958* t

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} = A \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{N_{t,Rd}}$: *3.019* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *1.13* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$\mathbf{f_y}$:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.4.- CÁLCULO DE UNIONES SOLDADAS.

4.4.1.- Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Es destacable que casi todas las uniones de la estructura metálica serán soldaduras a tope de penetración total, y por tanto la norma no exige un cálculo específico para este tipo de uniones, ya que la resistencia de la unión será igual a la del perfil unido.

El resto de uniones soladadas que no sean a tope, serán en ángulo con un espesor de garganta igual al espesor mínimo de los perfiles a unir, por lo que la resistencia de la unión será igual a la del perfil más débil. Este tipo de uniones tampoco requiere un cálculo específico según la norma.

4.4.2.- Disposiciones constructivas:

1) La siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

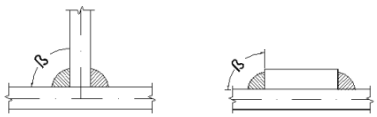
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que b > 120 (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que b < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T' Unión en solape

4.4.3.- Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $$\sqrt{\sigma_{\perp}{}^2 + 3(\tau_{\perp}{}^2 + \tau_{\parallel}{}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

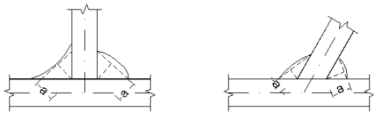
Tensión normal $$\sigma_{\perp} \leq K \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde, K = 1.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

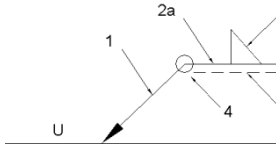
4.4.4.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



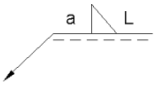
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

4.4.5.- Método de representación de soldaduras

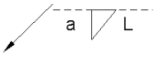


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

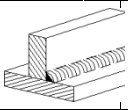
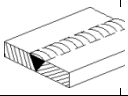
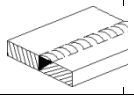


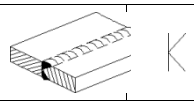
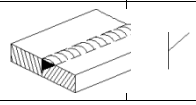
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



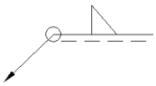
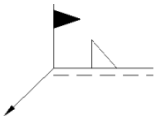
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		

Soldadura a tope en bisel doble	
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio	

Referencia 4

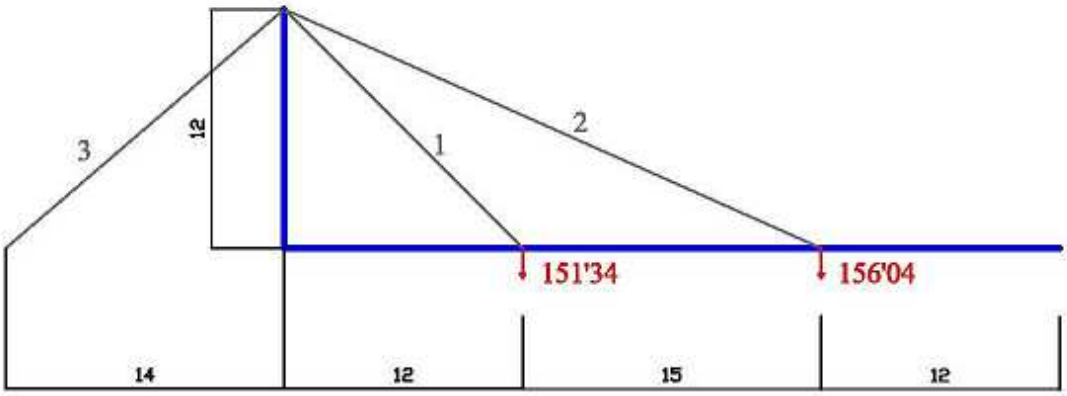
Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

4.5. CÁLCULO DE LOS TIRANTES

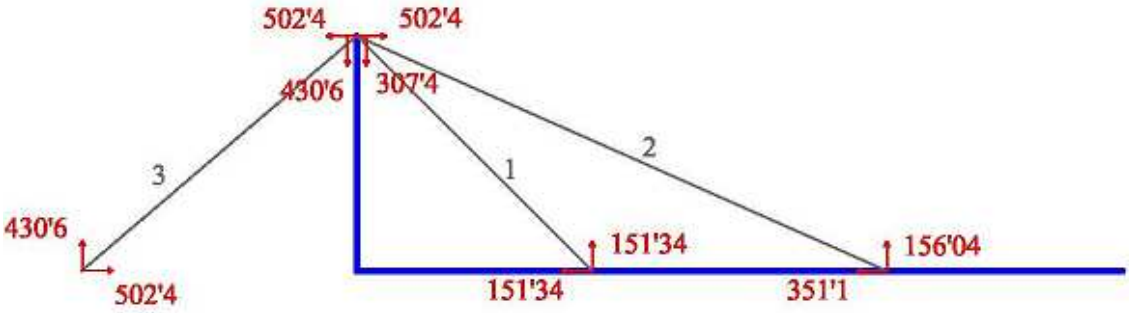
Del apartado de los cálculos obtenemos las cargas verticales que deben de soportar los cables:

Tirante 1 : 151,34 kN

Tirante 2 : 156,04 kN



Mediante unos sencillos cálculos trigonométricos se han obtenido las acciones que realizarán los tirantes de la estructura. De esta forma obtenemos también los esfuerzos normales a soportar por cada uno de los cables.



Tirante 1: 214,02 kN

Tirante 2: 384,18 kN

Tirante 3: 661,7 kN

Como era de esperar el tirante más solicitado es el número 3. Se utilizarán dos tipos de cables, un tipo para los cables 1 y 2 y otro para el número 3.

Al ser los cables un elemento de gran responsabilidad, el coeficiente de seguridad tomado es de 3. Por tanto:

384,18 kN · 3 = 1152,54 kN para los cables 1 y 2

661,7 kN · 3 = 1985,1 kN para el cable 3

Los tirantes serán suministrados por la casa "Pfeifer". Cuya tabla para tirantes cerrados galvanizados es la siguiente:

Tamaño *size*	Carga de rotura caract. *charact. breaking load* $Z_{B,k}$ DIN 18800* kN	Carga admisible *limit tension* $Z_{R,d}$ DIN 18800 kN	Sección transversal metálica *metallic cross section* ca./*approx.* mm²	Peso *weight* ca./*approx.* kg/m	Construcción *construction* **	Diámetro nominal del cable *nomin. strand dia.* d_S mm
PV 40	405	245	281	2,4	VVS-1	21
PV 60	621	376	430	3,6	VVS-1	26
PV 90	916	555	634	5,3	VVS-2	31
PV 115	1170	709	808	6,8	VVS-2	35
PV 150	1520	921	1060	8,9	VVS-2	40
PV 195	1930	1170	1340	11,2	VVS-2	45
PV 240	2380	1442	1650	13,8	VVS-2	50
PV 300	3020	1830	2090	17,2	VVS-3	55
PV 360	3590	2176	2490	20,5	VVS-3	60
PV 420	4220	2558	2920	24,1	VVS-3	65
PV 490	4890	2964	3390	27,9	VVS-3	70
PV 560	5620	3406	3890	32,1	VVS-3	75
PV 640	6390	3873	4420	36,4	VVS-3	80
PV 720	7210	4370	4990	41,1	VVS-3	85
PV 810	8090	4903	5600	46,2	VVS-3	90
PV 910	9110	5521	6310	52,0	VVS-3	95
PV 1010	10100	6121	6990	57,6	VVS-3	100
PV 1110	11100	6727	7710	63,5	VVS-3	105
PV 1220	12200	7394	8460	69,7	VVS-3	110
PV 1340	13400	8121	9240	76,2	VVS-3	115
PV 1450	14500	8788	10100	83,2	VVS-3	120
PV 1580	15800	9576	10900	89,8	VVS-3	125
PV 1730	17300	10485	11900	98,7	VVS-3	130
PV 1860	18600	11273	12900	104,8	VVS-3	135
PV 2000	20000	12121	13900	112,9	VVS-3	140

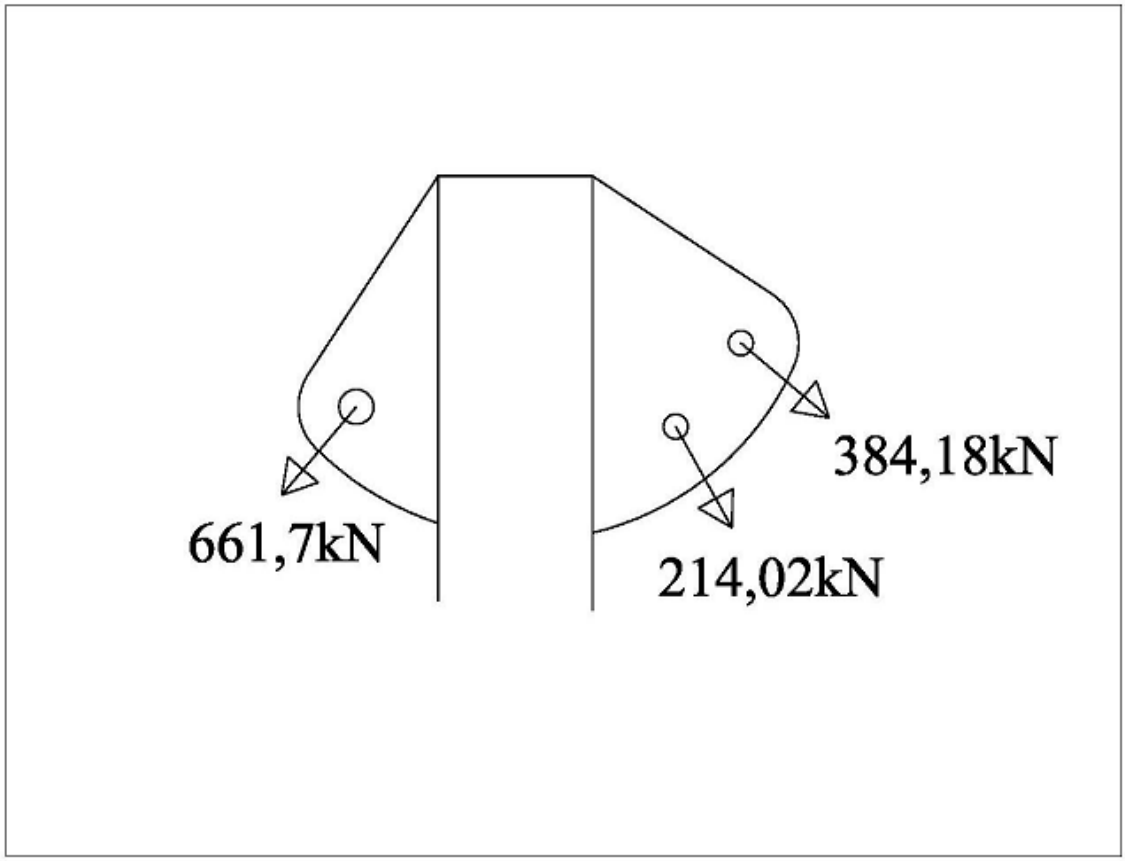
Por tanto basándonos en la tabla anterior asignaremos a los cables 1 y 2 un diámetro nominal del cable de 40mm ya que la carga de rotura característica es de 1520kN.

Mientras que para el cable número 3, utilizaremos un cable de diámetro nominal de 50mm.

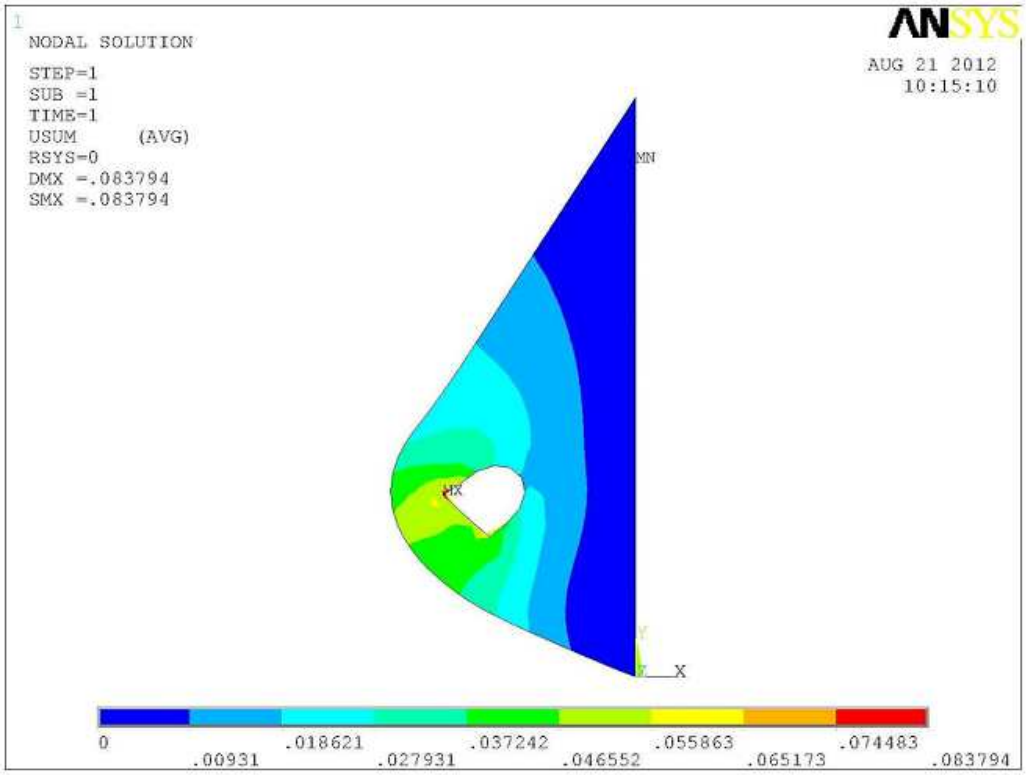
Los conectores para unir los cables a la estructura también serán suministrados por "Pfeifer" que a su vez también nos da las dimensiones mínimas que deben tener los enganches de la estructura.

4.6 CÁLCULO DE LAS OREJETAS DEL PÓRTICO

Para calcular las orejetas del pórtico, las cuales soportorán toda la carga de los tirantes, se ha recurrido nuevamente al programa de cálculo y simulación por elementos finitos "ANSYS". Las cargas introducidas son las siguientes:

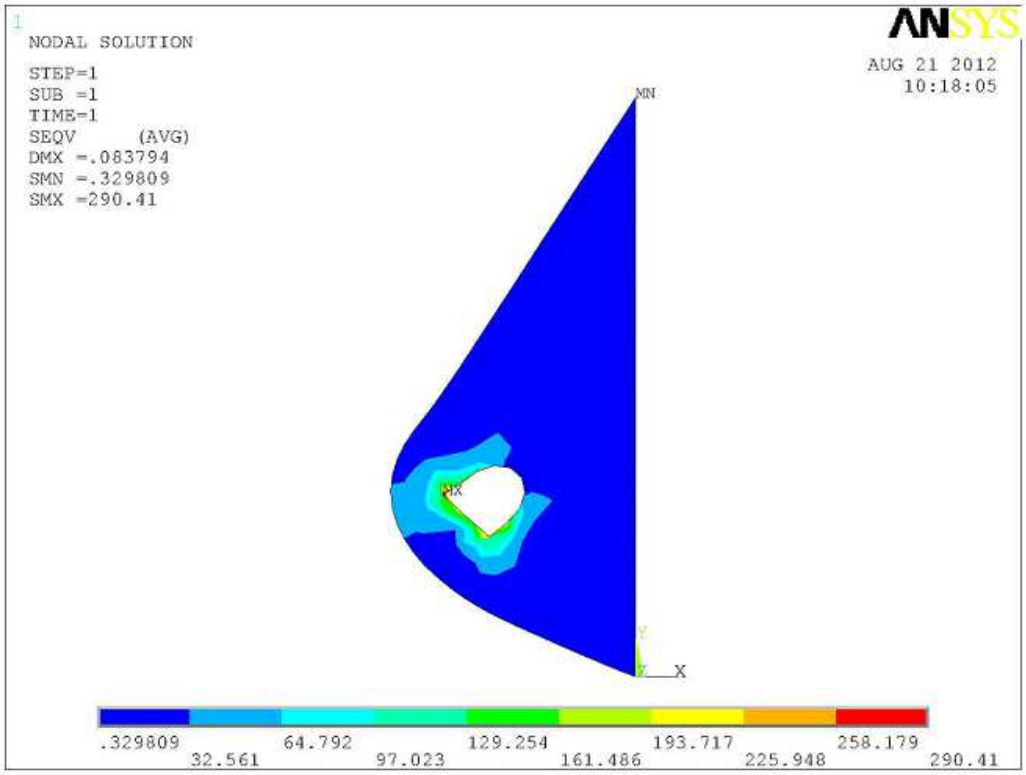


De la simulación obtenemos los siguientes resultados de los desplazamientos:



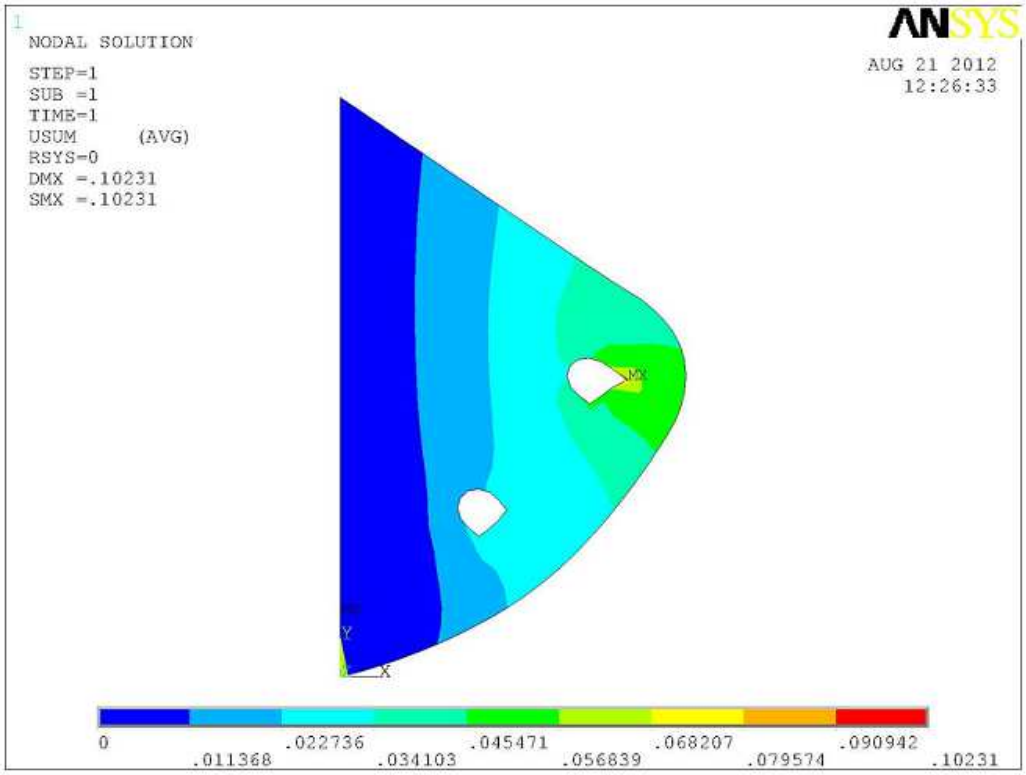
En esta imagen comprobamos los desplazamientos de la orejeta, están exagerados como podemos observar ya que el desplazamiento en milímetros es mínimo, 0,083794mm.

A continuación adjuntamos otra imagen de las tensiones que sufre la orejeta:



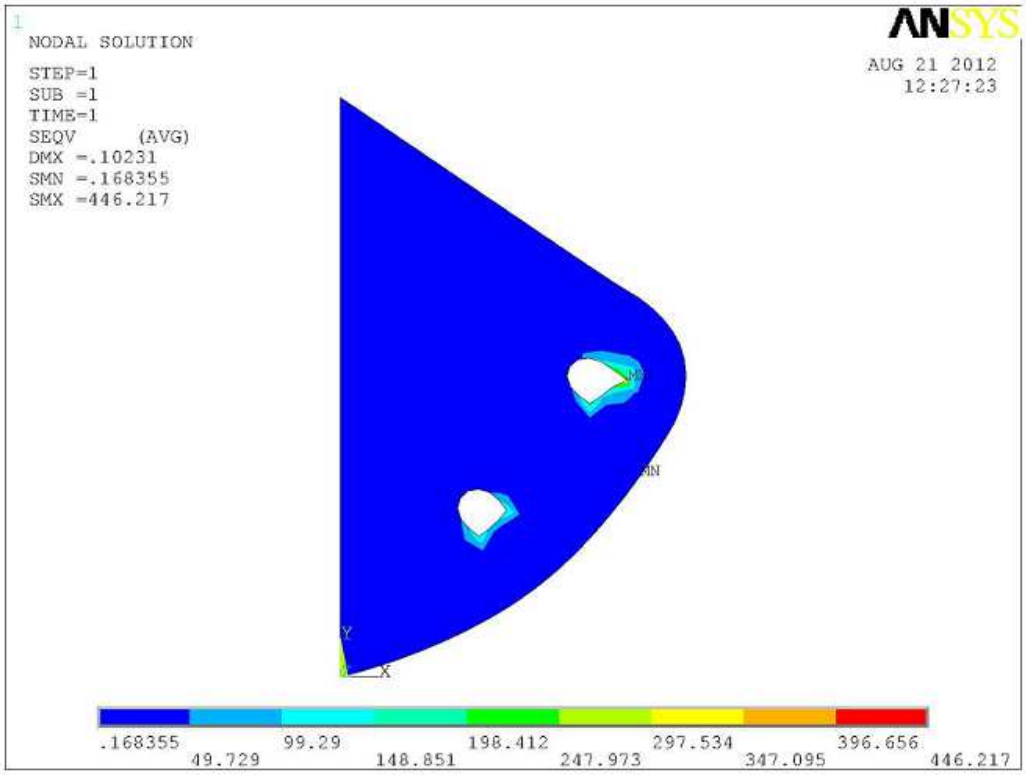
En la imagen se observa una deformación exagerada. La tensión máxima que tendrá que soportar la orejeta es de 290,41MPa, como era de esperar en el punto de enganche del agujero es el lugar dónde soportará mayores tensiones. En el resto de la orejeta las tensiones son mínimas. Podemos afirmar que la orejeta izquierda que soporta el cable 3 soportará sin problemas los esfuerzos a los que está sometida.

Si analizamos ahora la simulación de la orejeta derecha, obtenemos los siguientes resultados:



En la imagen las deformaciones están exageradas para que podamos observar el comportamiento de la orejeta ante el esfuerzo exigido. El mayor desplazamiento se encuentra en el agujero de enganche del agujero 2, siendo un desplazamiento de 0,10231mm.

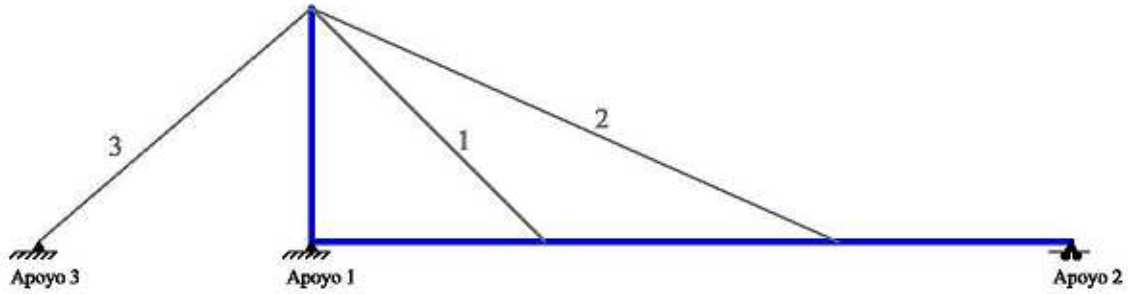
Si observamos ahora la simulación de las tensiones:



Como se observa en la imagen la orejeta derecha, que sujeta los cables 1 y 2 está sometida a una tensión máxima de 446,217 MPa, esta tensión se encuentra en las proximidades del agujero que engancha al cable 2. El resto de la orejeta soporta unas tensiones notablemente menores. Debido a esto podemos decir que la orejeta soportará sin problemas los esfuerzos a los que está sometida.

4.7.- CÁLCULO DE LOS APOYOS

Los arranques de la estructura dispondrán de un conjunto de apoyos articulado uno y deslizante otro, en cada viga principal, con el fin de absorber las dilataciones que pueda sufrir. También se contará con un tercer apoyo al cual serán sujetados los cables número 3.

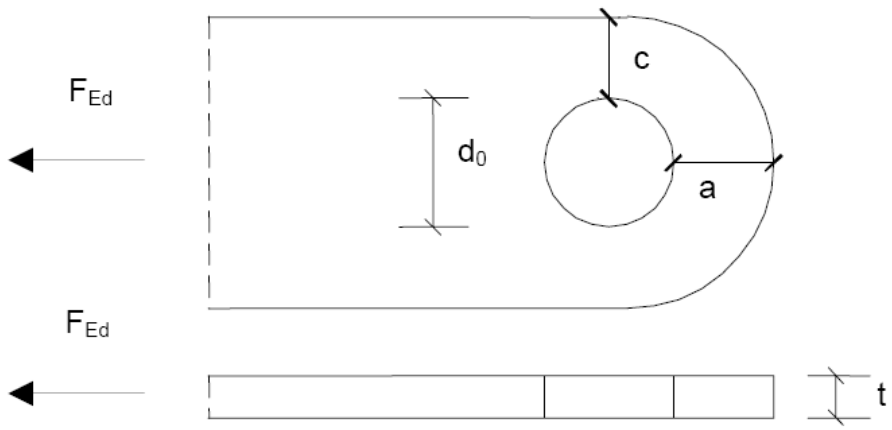


Los apoyos 1, son apoyos articulados que se materializarán gracias a un apoyo fijo por charnela, que debe ser capaz de permitir el giro en el eje de la charnela. Los apoyos número 2 serán apoyos deslizantes que se materializarán mediante un apoyo de neopreno. Será capaz de deformarse lo suficiente como para absorber la dilatación provocada por la temperatura. El tercer apoyo será también un apoyo articulado.

4.7.1 APOYOS 1

Se dispondrán dos apoyos articulados, en los extremos de las vigas principales opuestos a los apoyos elastoméricos, tal y como figuran en los planos. Su misión será la de permitir el giro en el eje del pasador. El valor de la carga a soportar es mucho mayor que la del apoyo deslizante por la acción del pórtico. El valor de esta carga es 218,35 kN

Se comenzará dimensionando el apoyo, para ello seguiremos los pasos que nos da el CTE:



$$a \geq \frac{F_{Ed}}{2tf_{yd}} + \frac{2d_0}{3}; \quad c \geq \frac{F_{Ed}}{2tf_{yd}} + \frac{d_0}{3}; \quad t \geq 0{,}7\sqrt{\frac{F_{Ed}}{f_{yd}}}; \quad d_0 \leq 2{,}5\ t$$

d_0 = 82 mm = 8,2 cm
t = 35mm = 3,5 cm

a ≥ 91,98 mm
a=100mm

$$c \geq \frac{218350N}{2 \cdot 35mm \cdot 275MPa} + \frac{2 \cdot 82mm}{3}$$

c ≥ 66,65 mm

c= 67mm

Se comprueba la validez del diseño según CTE:

Resistencia a cortante del pasador:

F_{ub} : Resistencia última del acero del pasador = 410MP
∅ : Diámetro del pasador

$$F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd} = 0{,}6\frac{\pi}{4} \cdot \varnothing^2 \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

359175≤989224,7

Se cumple

Resistencia a flexión del pasador:

$$M_{ED} \leq M_{Rd} = 0{,}8\ \frac{\pi}{32} \cdot \varnothing^3 \frac{f_{yb}}{\gamma_{M2}}$$

∅ : Diámetro del pasador
f_{yb}:Límite Elástico

$$M_{ED} = \frac{F_{V,ED}}{8}(b + 4c + 2a)$$

$$M_{ED} = \frac{218350}{8}(35 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 20)$$

M_{ED} =2.265381,25 N·m

$M_{ED} \leq M_{Rd}$

$$2.265381{,}25 = 0{,}8\ \frac{\pi}{32} \cdot \varnothing^3 \frac{255}{1{,}25}$$

$$\varnothing^3 = \frac{22655381{,}25 \cdot 32 \cdot 1{,}25}{0{,}8 \cdot 255 \cdot \pi}$$

∅=78,84 ≈ 80mm

Se comprueba si se ha dimensionado correctamente:

$M_{ED} \leq M_{Rd}$

$$M_{ED} \leq 0{,}8\ \frac{\pi}{32} \cdot \varnothing^3 \frac{f_{yb}}{\gamma}$$

2.265381,25 N·m ≤8203,33 N·m

Se cumple

Resistencia al esfuerzo combinado de cortante y flexión en el pasador:

$$\left(\frac{M_{ED}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{2265,38}{8203,33}\right)^2+\left(\frac{359175}{989224,7}\right)^2\leq 1$$

0,31<1

Se cumple

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

En este caso se harán dos comprobaciones, para la chapa que está soldada a la viga (1) y para la que apoya en la zapata (2).

$$F_{b,ED}\leq F_{b,Rd}=\frac{1,5t\cdot f_y}{\gamma_{M2}}\cdot\varnothing$$

Sabiendo $F_{b,ED}$ el esfuerzo transmitido por la chapa considerada al pasador.

$F_{b,Rdl}=$ 218,35 kN

$$F_{b,Rdl}=\frac{1,5\cdot 35mm\cdot 80mm\cdot 255MPa}{1,25}=856,8\text{ kN}$$

218,35 kN < 856,8 kN

Se cumple

$$F_{b,Ed2}=\frac{218,35kN}{2}=109,175\text{ kN}$$

$$F_{b,Rd2}=\frac{1,5.20mm\cdot 80mm\cdot 265MPa}{1,25}=508800\text{ N}=508,8\text{kN}$$

109,175 kN < 508,8kN

Se cumple

4.7.2.- APOYOS 2

Se dispondrán de dos apoyos elastoméricos en los extremos de las vigas principales, tal y como figuran en los planos. Su misión será absorber los posibles desplazamientos longitudinales que pueda sufrir la pasarela. Se realiza el cálculo de estos apoyos:

El valor de la carga que tendrá que soportar será:
V* = 35890N

La tensión admisible que pueden soportar los apoyos elastoméricos se sitúa en 1000N/cm^2, por lo tanto, el área mínima que tendrán los mismos será de:

$$A= \frac{35890N}{1000\,N/cm^2} = 35{,}89\ cm^2$$

Se tomará un elastómero de 20x15 cm (A =300cm^2), colocando el lado mayor en la dirección del eje longitudinal de la viga.

Comprobación de la tensión tangencial:

$$tg\gamma = \frac{U}{e_t} < 0{,}7$$

$$U= \alpha \Delta t L$$

Según el CTE, el valor característico de la temperatura máxima del aire, depende del lugar y la altitud, con ellos nos da la un mapa y unas tablas en las que se obtiene los valores de la temperatura máxima T_{max} = 46 oC y la T_{min} = -15oC. Por tanto la variación de temperatura será:

$$\Delta t= T_{max} - T_{min}$$

$$\Delta t = 46-(-15) = 61^oC$$

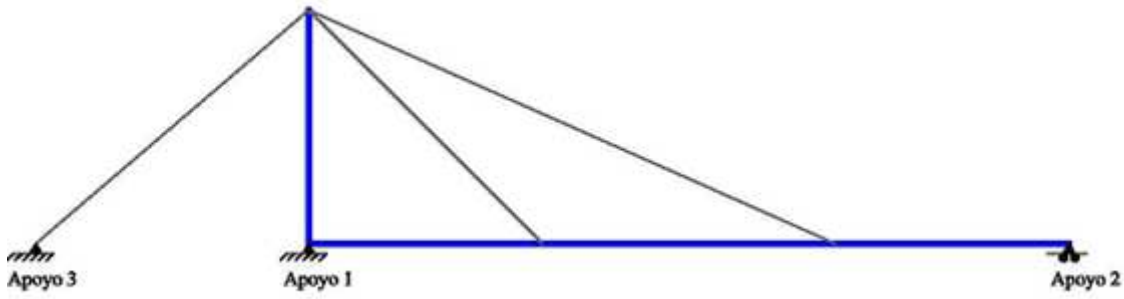
$$U = 0{,}000012 \cdot \frac{1}{61^oC \cdot 34000mm} = 24{,}888\ mm$$

$$e_t > \frac{U}{0{,}7} = \frac{24{,}88}{0{,}7} = 35{,}55mm$$

Se dispondrán de dos apoyos de neopreno de 200x150x40

4.7.3.- APOYOS 3

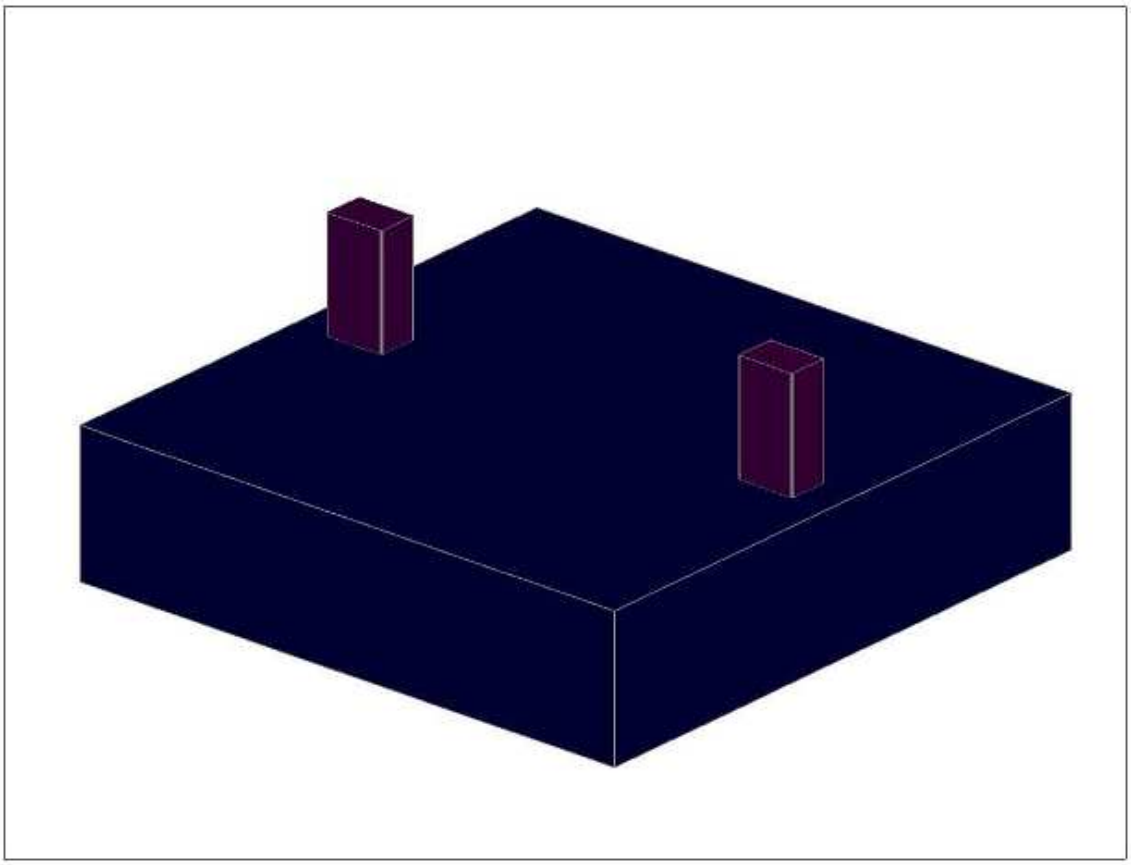
Se dispondrán de dos apoyos articulados tal y como figuran en los planos. Para dimensionar estos últimos apoyos no hará falta ningún cálculo, puesto que solo están sometidos a la fuerza que ejercen los tirantes y es el mismo fabricante quien da las dimensiones mínimas que han de tener.



Capítulo 5. CÁLCULO DE LOS CIMIENTOS

5.1.- ZAPATA 1

Los dos pilares del pórtico se sustentarán a través de sus corresponientes apoyos a una única zapata rectangular de dimensiones 390x390x95 (cm). Está armada por mallado tanto en la parte superior como en la inferior.



Referencia: (N1 – N2) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Tensiones sobre el terreno: ***Criterio de CYPE Ingenieros*** **- Tensión media en situaciones persistentes:** **- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:** **- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:**	 **Máximo: 2.5 kp/cm²** **Calculado: 0.327 kp/cm²** **Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 0.571 kp/cm²** **Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 0.581 kp/cm²**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple**
Vuelco de la zapata: ***Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*** **- En dirección X:** **- En dirección Y:**	 **Reserva seguridad: 5284.8 %** **Reserva seguridad: 206.7 %**	 **Cumple** **Cumple**
Deslizamiento de la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1***	 **Mínimo: 1.5** **Calculado: 15.62**	 **Cumple**
Flexión en la zapata: **- En dirección X:**	 **Momento: -6.26 t·m**	 **Cumple**

Referencia: (N1 – N2) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- En dirección Y:	**Momento: 26.26 t·m**	**Cumple**
Cortante en la zapata: **- En dirección X:** **- En dirección Y:**	 **Cortante: 2.74 t** **Cortante: 15.26 t**	 **Cumple** **Cumple**
Compresión oblicua en la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***Criterio de CYPE Ingenieros***	 **Máximo: 509.68 t/m²** **Calculado: 9.37 t/m²**	 **Cumple**
Canto mínimo: ***Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)***	**Mínimo: 25 cm** **Calculado: 95 cm**	 **Cumple**
Espacio para anclar arranques en cimentación: **- N55:** **- N58:**	 **Mínimo: 0 cm** **Calculado: 87 cm** **Calculado: 87 cm**	 **Cumple** **Cumple**
Cuantía geométrica mínima: ***Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección Y:**	 **Mínimo: 0.001** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**

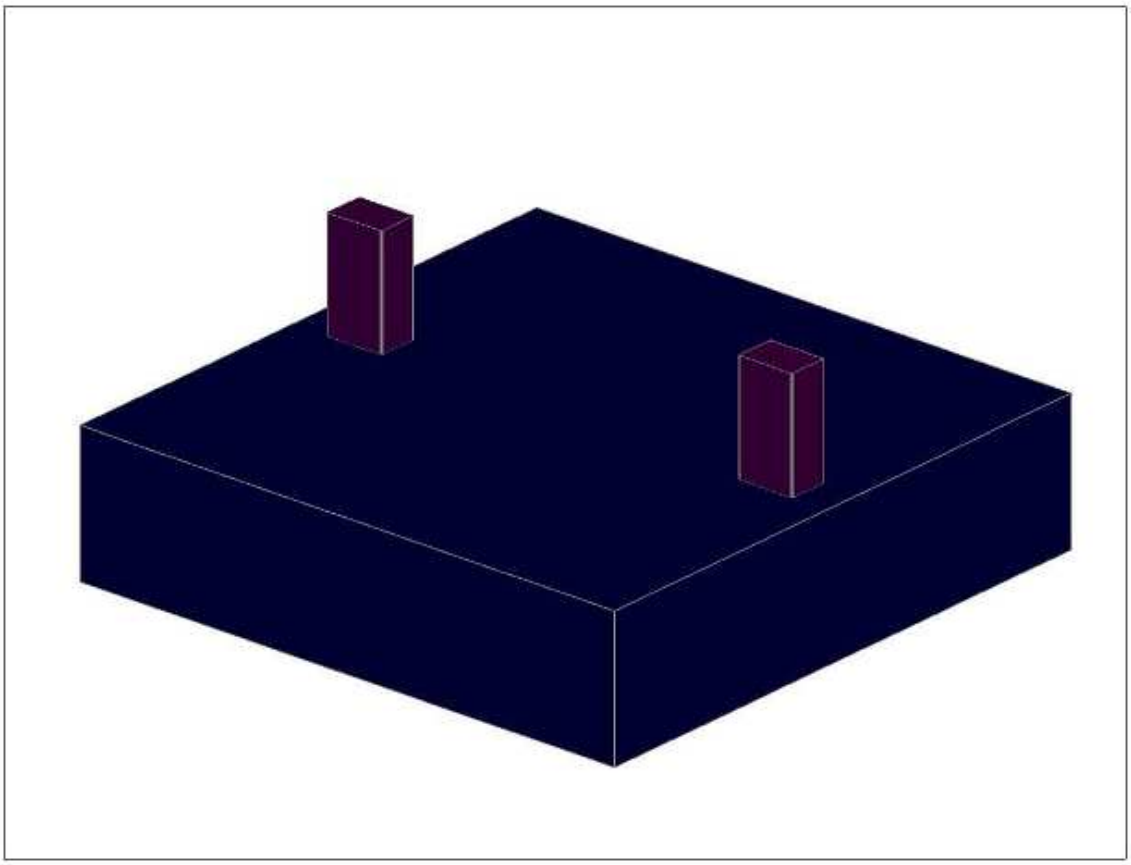
Referencia: (N1 – N2) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	**Calculado: 0.0011**	
- Armado inferior dirección X:	**Mínimo: 0.0001**	**Cumple**
- Armado inferior dirección Y:	**Mínimo: 0.0004**	**Cumple**
- Armado superior dirección X:	**Mínimo: 0.0001**	**Cumple**
- Armado superior dirección Y:	**Mínimo: 0.0002**	**Cumple**
Diámetro mínimo de las barras:		
Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	**Mínimo: 12 mm**	
- Parrilla inferior:	**Calculado: 16 mm**	**Cumple**
- Parrilla superior:	**Calculado: 16 mm**	**Cumple**
Separación máxima entre barras:		
Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	**Máximo: 30 cm**	
- Armado inferior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado inferior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
Separación mínima entre barras:		
Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991	**Mínimo: 10 cm**	

Referencia: (N1 – N2) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado inferior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado inferior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
Longitud de anclaje: ***Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991***	**Mínimo: 16 cm**	
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Calculado: 129 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Calculado: 116 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
Longitud mínima de las patillas:	**Mínimo: 16 cm**	
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**

Referencia: (N1 – N2)		
Dimensiones: 390 x 390 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 403.43 t, Fuerza que produce deslizamiento: 25.83 t, Axil concomitante: 49.70 t, Área comprimida de la zapata: 15.21 m² (100 %)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.26		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 157.50 t		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 157.50 t		

5.2.- ZAPATA 2

Esta zapata se encuentra al final de la pasarela y sirve de sustentación del apoyo deslizante. Las dimensiones son 390x390x95.



Referencia: (N3 – N4) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Tensiones sobre el terreno: ***Criterio de CYPE Ingenieros*** **- Tensión media en situaciones persistentes:**	**Máximo: 2.5 kp/cm²** **Calculado: 0.308 kp/cm²**	**Cumple**

Referencia: (N3 – N4) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	**Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 0.55 kp/cm²**	**Cumple**
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	**Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 0.572 kp/cm²**	**Cumple**
Vuelco de la zapata: ***Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.***		
- En dirección X:	**Reserva seguridad: 2106.0 %**	**Cumple**
- En dirección Y:	**Reserva seguridad: 188.6 %**	**Cumple**
Deslizamiento de la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1***	**Mínimo: 1.5** **Calculado: 15.36**	**Cumple**
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	**Momento: -5.46 t·m**	**Cumple**
- En dirección Y:	**Momento: 24.41 t·m**	**Cumple**
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	**Cortante: 2.24 t**	**Cumple**
- En dirección Y:	**Cortante: 14.26 t**	**Cumple**

Referencia: (N3 – N4) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Compresión oblicua en la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***Criterio de CYPE Ingenieros***	**Máximo: 509.68 t/m²** **Calculado: 6.99 t/m²**	**Cumple**
Canto mínimo: ***Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)***	**Mínimo: 25 cm** **Calculado: 95 cm**	**Cumple**
Espacio para anclar arranques en cimentación: **- N61:** **- N62:**	**Mínimo: 0 cm** **Calculado: 87 cm** **Calculado: 87 cm**	 **Cumple** **Cumple**
Cuantía geométrica mínima: ***Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección Y:**	**Mínimo: 0.001** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**
Cuantía mínima necesaria por flexión: ***Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección X:**	**Calculado: 0.0011** **Mínimo: 0.0001** **Mínimo: 0.0004** **Mínimo: 0.0001**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple**

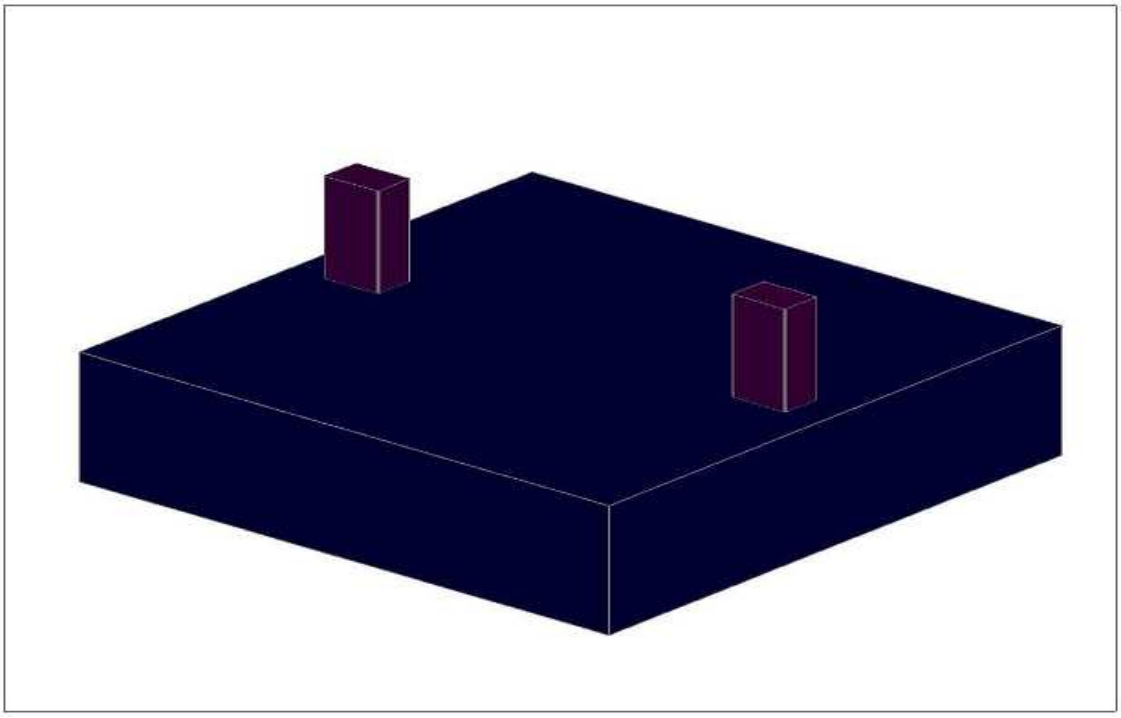
Referencia: (N3 – N4) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado superior dirección Y:	**Mínimo: 0.0002**	**Cumple**
Diámetro mínimo de las barras: ***Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*** **- Parrilla inferior:** **- Parrilla superior:**	**Mínimo: 12 mm** **Calculado: 16 mm** **Calculado: 16 mm**	 **Cumple** **Cumple**
Separación máxima entre barras: ***Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado superior dirección Y:**	**Máximo: 30 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**
Separación mínima entre barras: ***Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado superior dirección Y:**	**Mínimo: 10 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**

Referencia: (N3 – N4) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Longitud de anclaje: ***Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991***	**Mínimo: 16 cm**	
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Calculado: 129 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Calculado: 116 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	**Calculado: 103 cm**	**Cumple**
Longitud mínima de las patillas:	**Mínimo: 16 cm**	
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		

Referencia: (N3 – N4)		
Dimensiones: 390 x 390 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 402.16 t, Fuerza que produce deslizamiento: 26.17 t, Axil concomitante: 46.98 t, Área comprimida de la zapata: 15.21 m² (100 %)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 157.50 t		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 157.50 t		

5.3.- ZAPATA 3

La zapata 3 se encuentra a 14 m por detrás del pórtico de la pasarela, esta zapata sirve de sustentación de las orejetas de enganche de los tirantes.



Referencia: (N63 - N65) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Tensiones sobre el terreno: ***Criterio de CYPE Ingenieros*** **- Tensión media en situaciones persistentes:** **- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:** **- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:**	**Máximo: 2.5 kp/cm²** **Calculado: 0.89 kp/cm²** **Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 1.781 kp/cm²** **Máximo: 3.125 kp/cm²** **Calculado: 1.781 kp/cm²**	**Cumple** **Cumple** **Cumple**
Vuelco de la zapata: **- En dirección X** *(1)* **- En dirección Y:** ***Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*** *(1) Sin momento de vuelco*	**Reserva seguridad: 150.8 %**	**No procede** **Cumple**
Deslizamiento de la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1***	**Mínimo: 1.5** **Calculado: 4**	**Cumple**

Referencia: (N63 - N65) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
Flexión en la zapata: **- En dirección X:** **- En dirección Y:**	 **Momento: -36.15 t·m** **Momento: 131.77 t·m**	 **Cumple** **Cumple**
Cortante en la zapata: **- En dirección X:** **- En dirección Y:**	 **Cortante: 14.80 t** **Cortante: 75.87 t**	 **Cumple** **Cumple**
Compresión oblicua en la zapata: **- Situaciones persistentes:** ***Criterio de CYPE Ingenieros***	 **Máximo: 509.68 t/m²** **Calculado: 57.47 t/m²**	 **Cumple**
Canto mínimo: ***Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)***	**Mínimo: 25 cm** **Calculado: 95 cm**	 **Cumple**
Espacio para anclar arranques en cimentación: **- N63:** **- N65:**	**Mínimo: 0 cm** **Calculado: 87 cm** **Calculado: 87 cm**	 **Cumple** **Cumple**
Cuantía geométrica mínima: ***Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:**	 **Mínimo: 0.001** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0011** **Calculado: 0.0016**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple**

Referencia: (N63 - N65) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado superior dirección Y:	**Calculado: 0.0011**	**Cumple**
Cuantía mínima necesaria por flexión: ***Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección X:** **- Armado superior dirección Y:**	 **Mínimo: 0.0001** **Calculado: 0.0011** **Mínimo: 0.0016** **Calculado: 0.0016** **Mínimo: 0.0006** **Calculado: 0.0011** **Mínimo: 0.0002** **Calculado: 0.0011**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**
Diámetro mínimo de las barras: ***Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*** **- Parrilla inferior:** **- Parrilla superior:**	 **Mínimo: 12 mm** **Calculado: 16 mm** **Calculado: 16 mm**	 **Cumple** **Cumple**
Separación máxima entre barras: ***Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*** **- Armado inferior dirección X:** **- Armado inferior dirección Y:** **- Armado superior dirección X:**	 **Máximo: 30 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm** **Calculado: 21 cm**	 **Cumple** **Cumple** **Cumple**

Referencia: (N63 - N65) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado superior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
Separación mínima entre barras: ***Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991***	**Mínimo: 10 cm**	
- Armado inferior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado inferior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección X:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
- Armado superior dirección Y:	**Calculado: 21 cm**	**Cumple**
Longitud de anclaje: ***Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991***		
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	**Mínimo: 39 cm** **Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	**Mínimo: 20 cm** **Calculado: 103 cm**	**Cumple**

Referencia: (N63 - N65) **Dimensiones: 390 x 390 x 95** **Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21**		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 129 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 129 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 103 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	**Mínimo: 16 cm** **Calculado: 103 cm**	**Cumple**
Longitud mínima de las patillas:	**Mínimo: 16 cm**	
- Armado inf. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado inf. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia der:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
- Armado sup. dirección X hacia izq:	**Calculado: 16 cm**	**Cumple**
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros) **- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 399.98 t, Fuerza que produce deslizamiento: 100.00 t, Axil concomitante: 122.21 t, Área comprimida de la zapata: 13.7197 m² (90.2019 %)** **- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.36** **- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.83** **- Cortante de agotamiento (En dirección X): 157.09 t**		

Referencia: (N63 - N65)		
Dimensiones: 390 x 390 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	**Valores**	**Estado**
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 157.09 t		

Capítulo 6.- CÁLCULO DE PLACAS DE ANCLAJE

6.1 BASES DE CÁLCULO

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

Hormigón sobre el que apoya la placa:

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

Pernos de anclaje:

Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

Placa de anclaje:

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

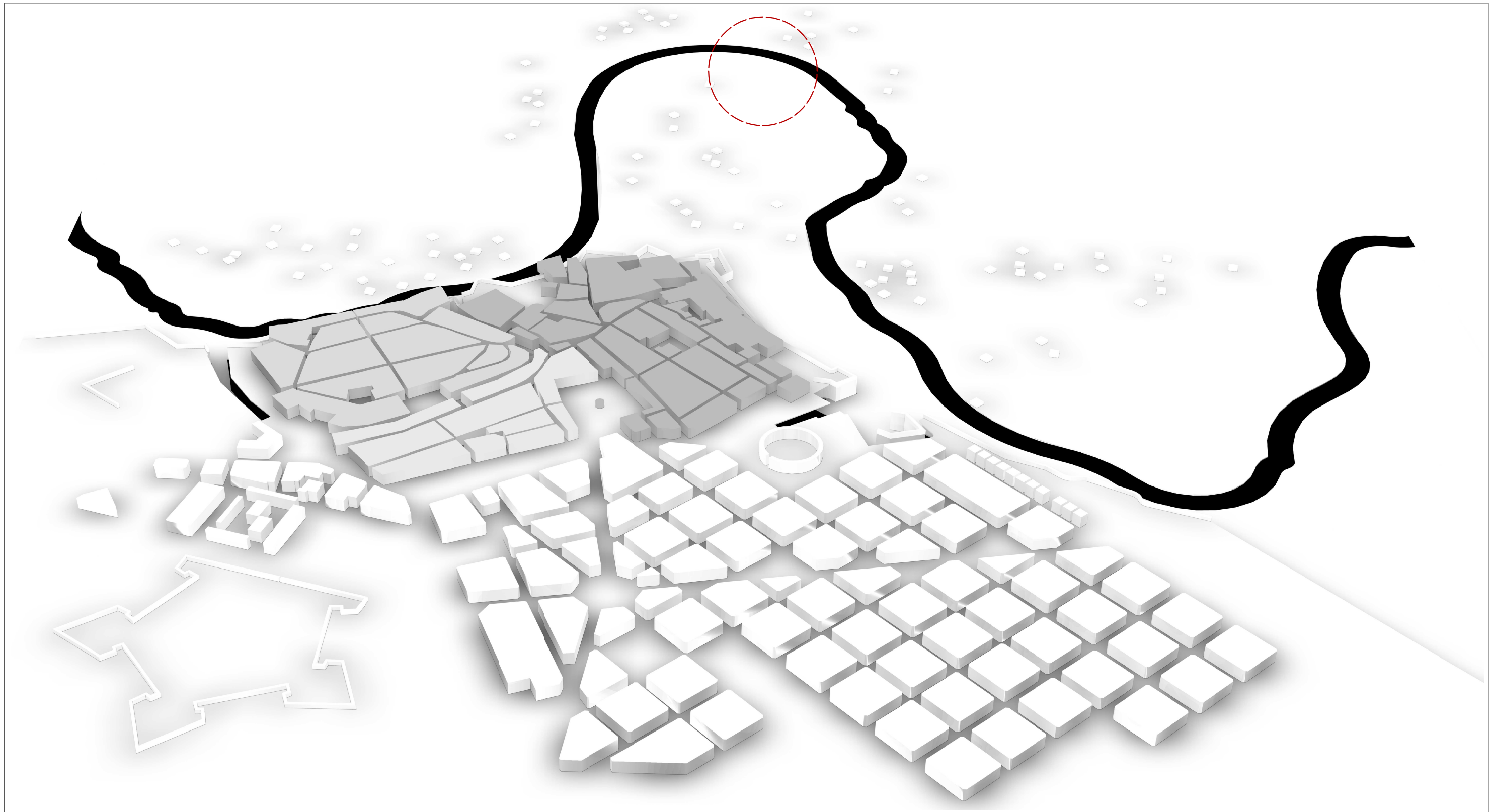
Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada unas de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

6.2 COMPROBACIONES DEL CÁLCULO.

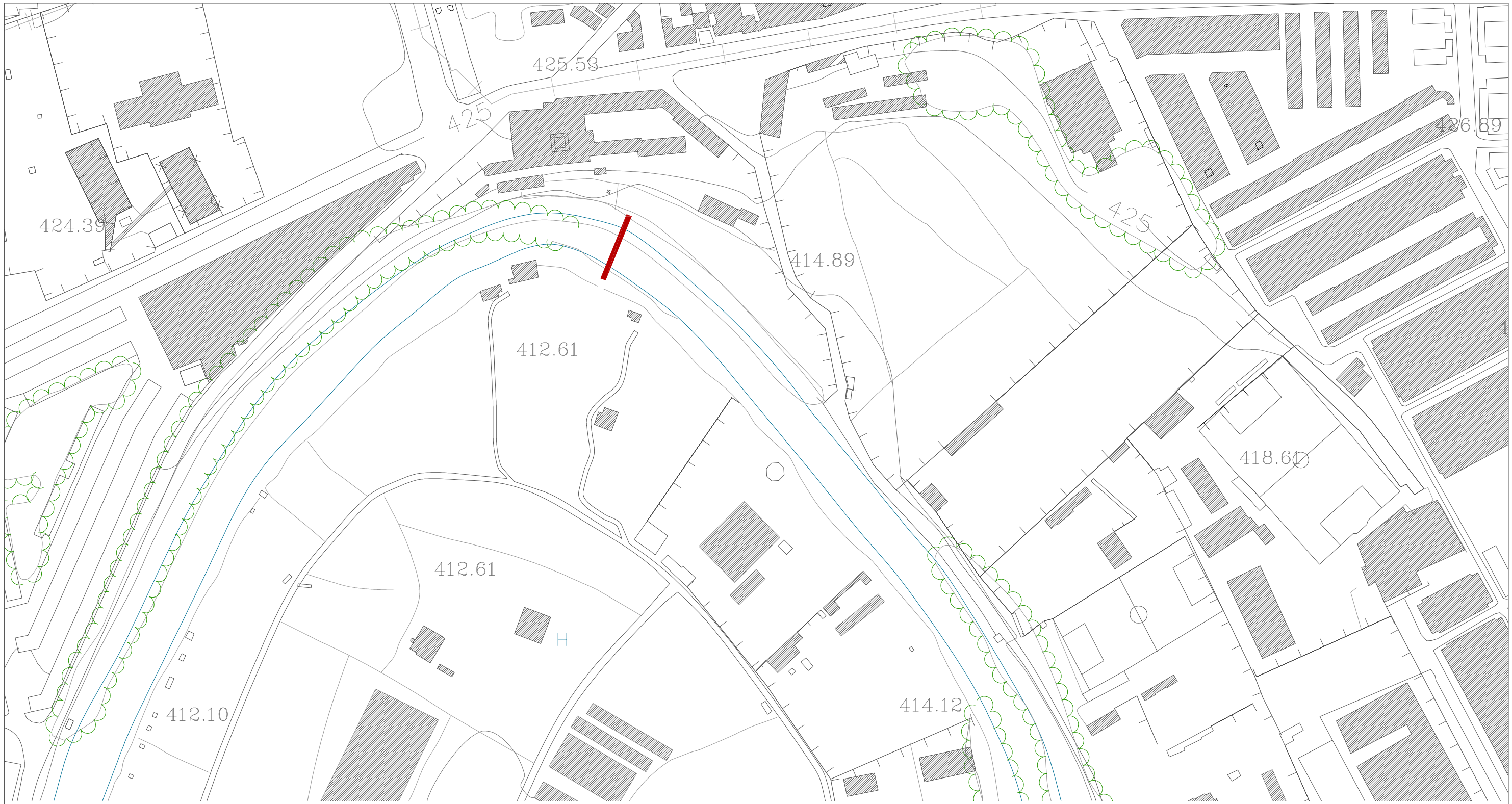
Se ha escogido la placa de testa del apoyo más desfavorable en cuanto a reacciones se refiere y se han realizado todas las comprobaciones exigidas por la norma, que se muestran a continuación:

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 6.971 t Calculado: 0 t Máximo: 4.879 t Calculado: 4.877 t Máximo: 6.971 t Calculado: 6.967 t	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 2749.87 kp/cm²	Cumple

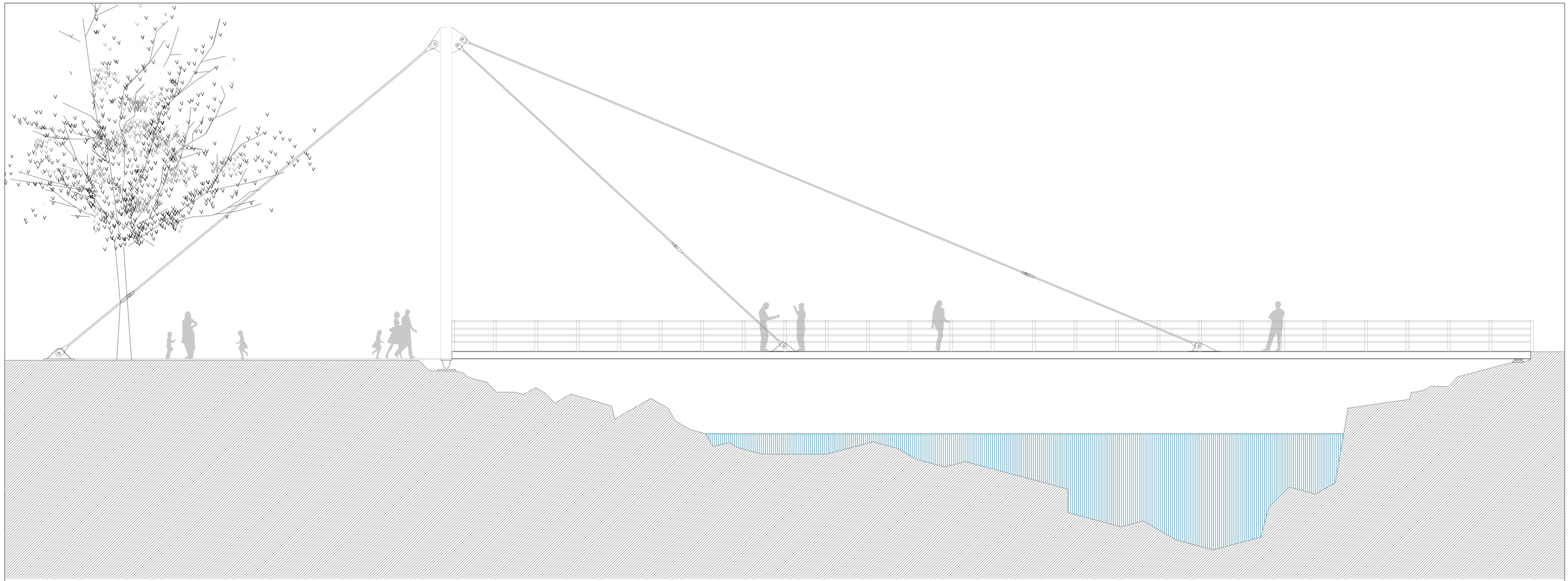
Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 22.426 t Calculado: 4.487 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 246.088 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 246.088 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 302.759 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 302.759 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 7056.12	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 7056.12	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5689.46	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5689.46	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0135		

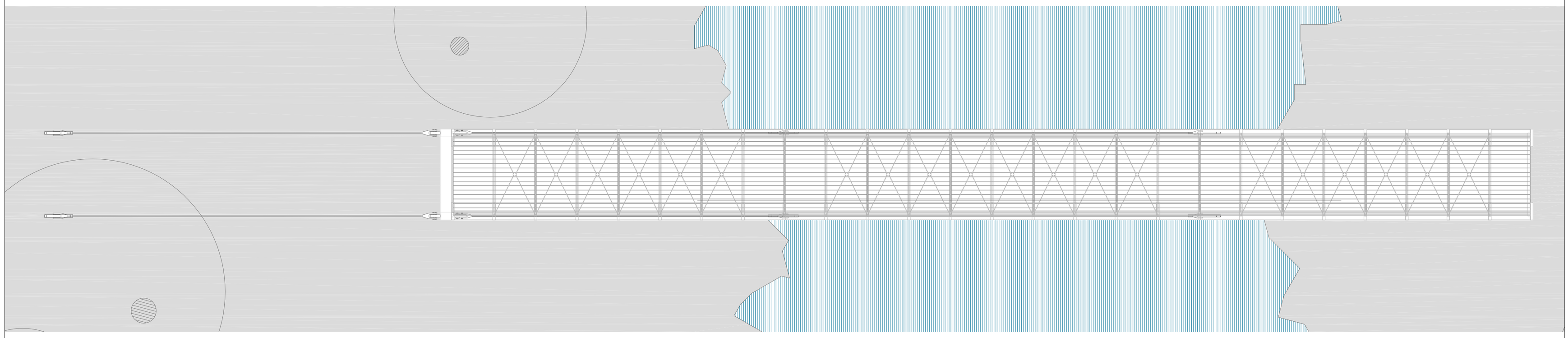


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **PAMPLONA. SITUACIÓN**	FECHA: **06/09/12**	ESCALA: **AÉREA** / Nº PLANO: **01**

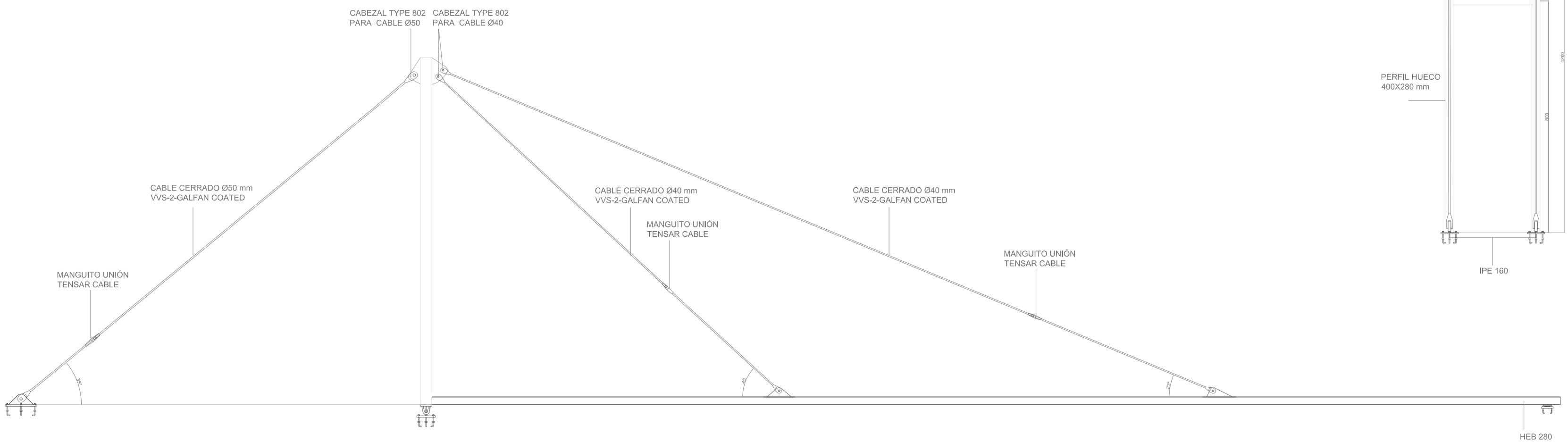


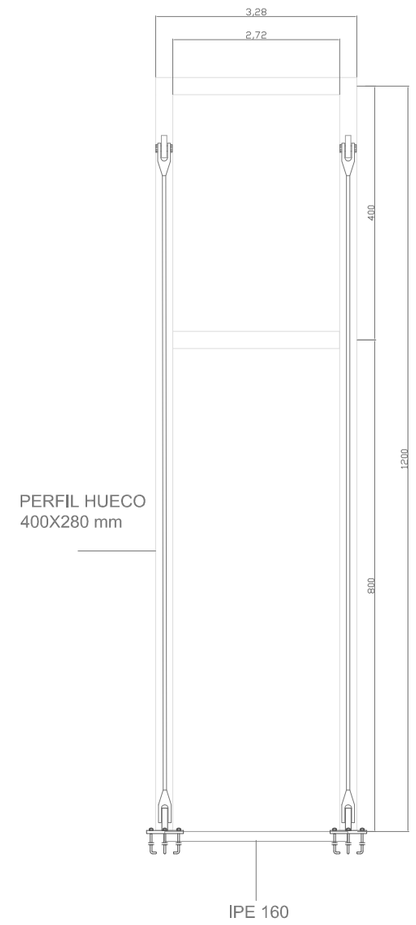
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **EMPLAZAMIENTO**	FECHA: **06/09/12**	ESCALA: **1/2000** / Nº PLANO: **02**

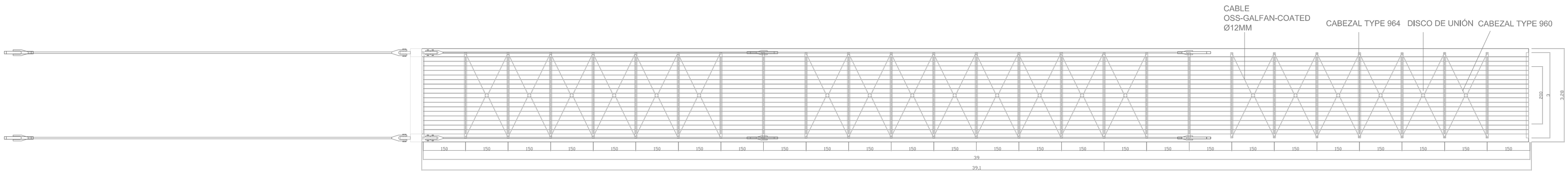




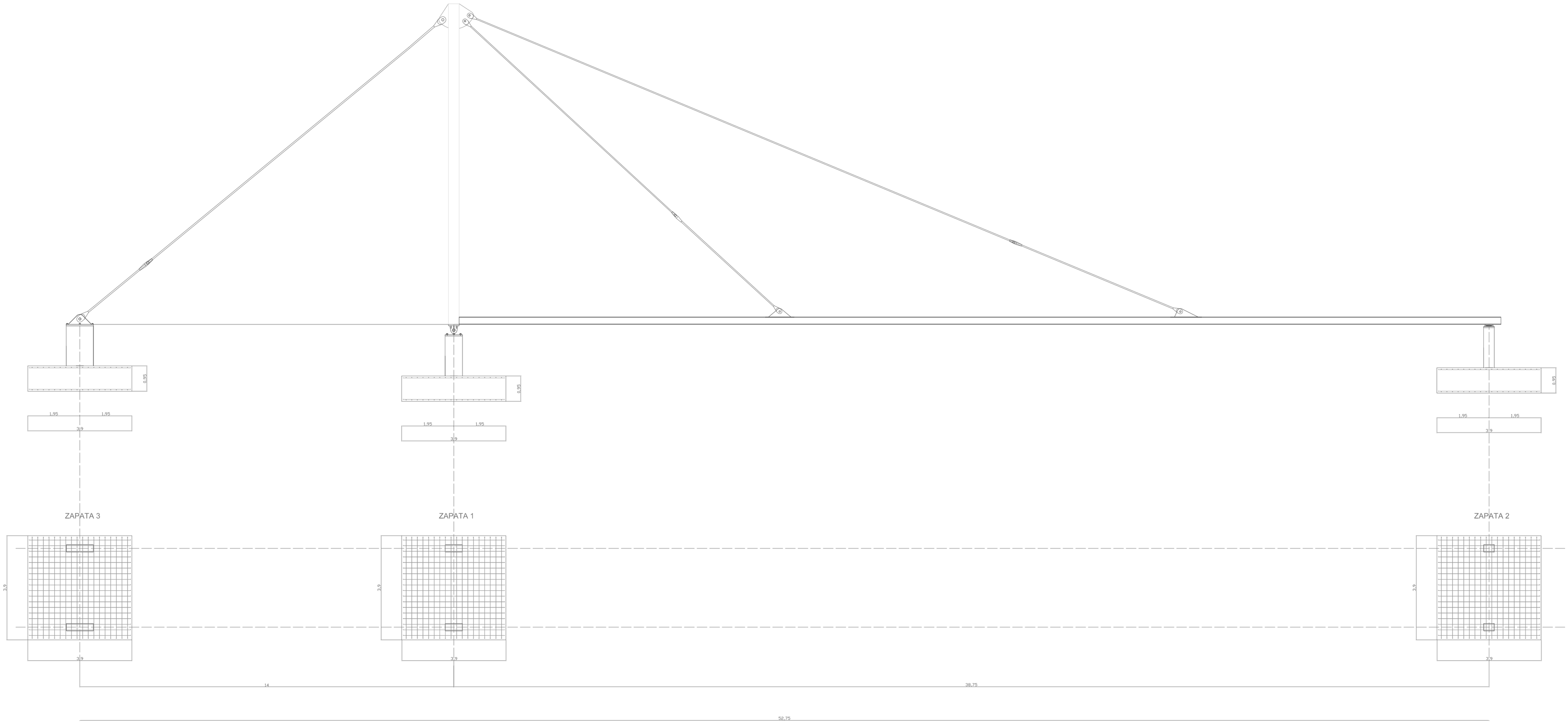
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **PLANTA. ALZADO ESTE.**		FECHA: **06/09/12** · ESCALA: **1/100** · Nº PLANO: **03**





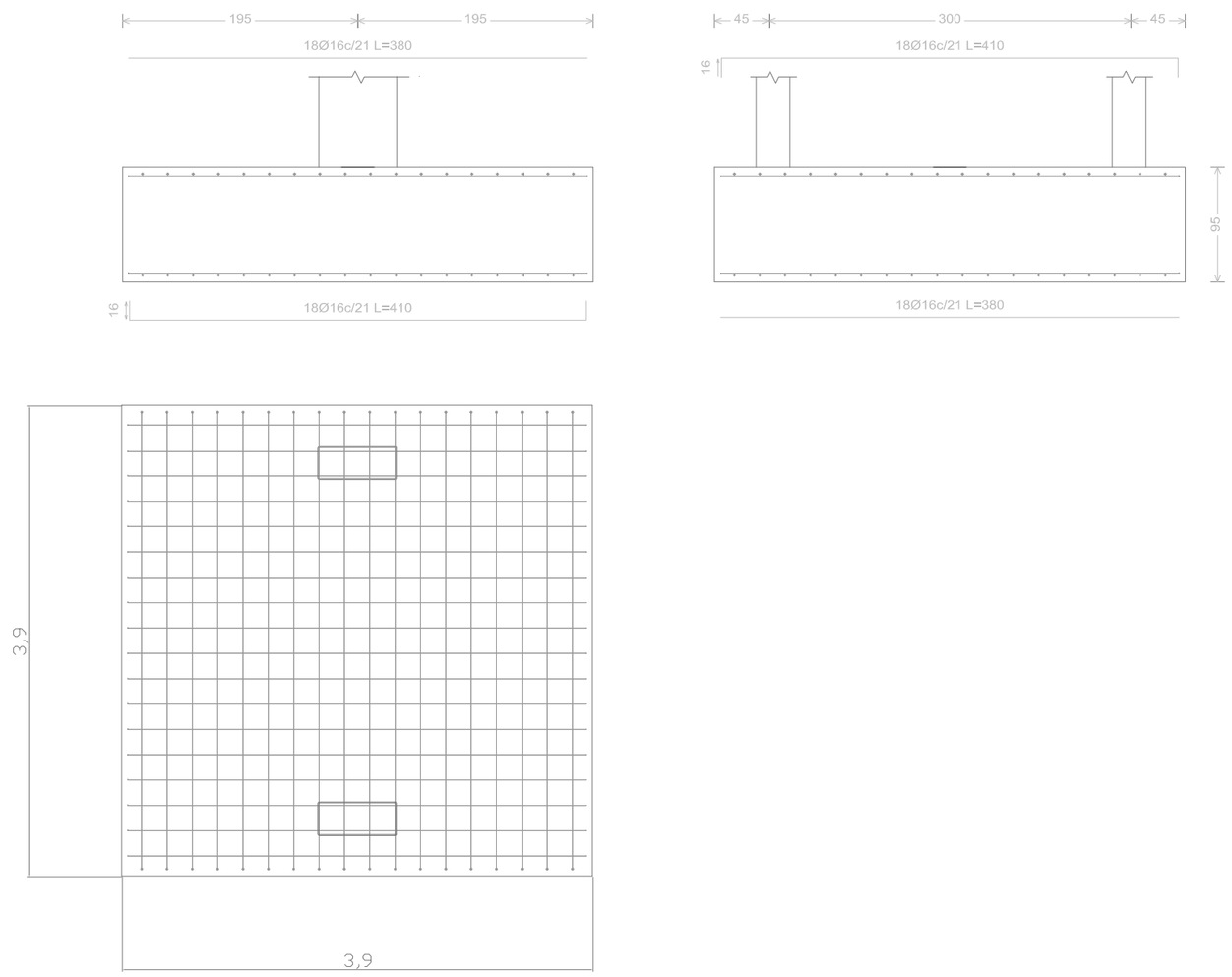


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **ESTRUCTURA**		FECHA: **06/09/12** ESCALA: **1/100** Nº PLANO: **04**

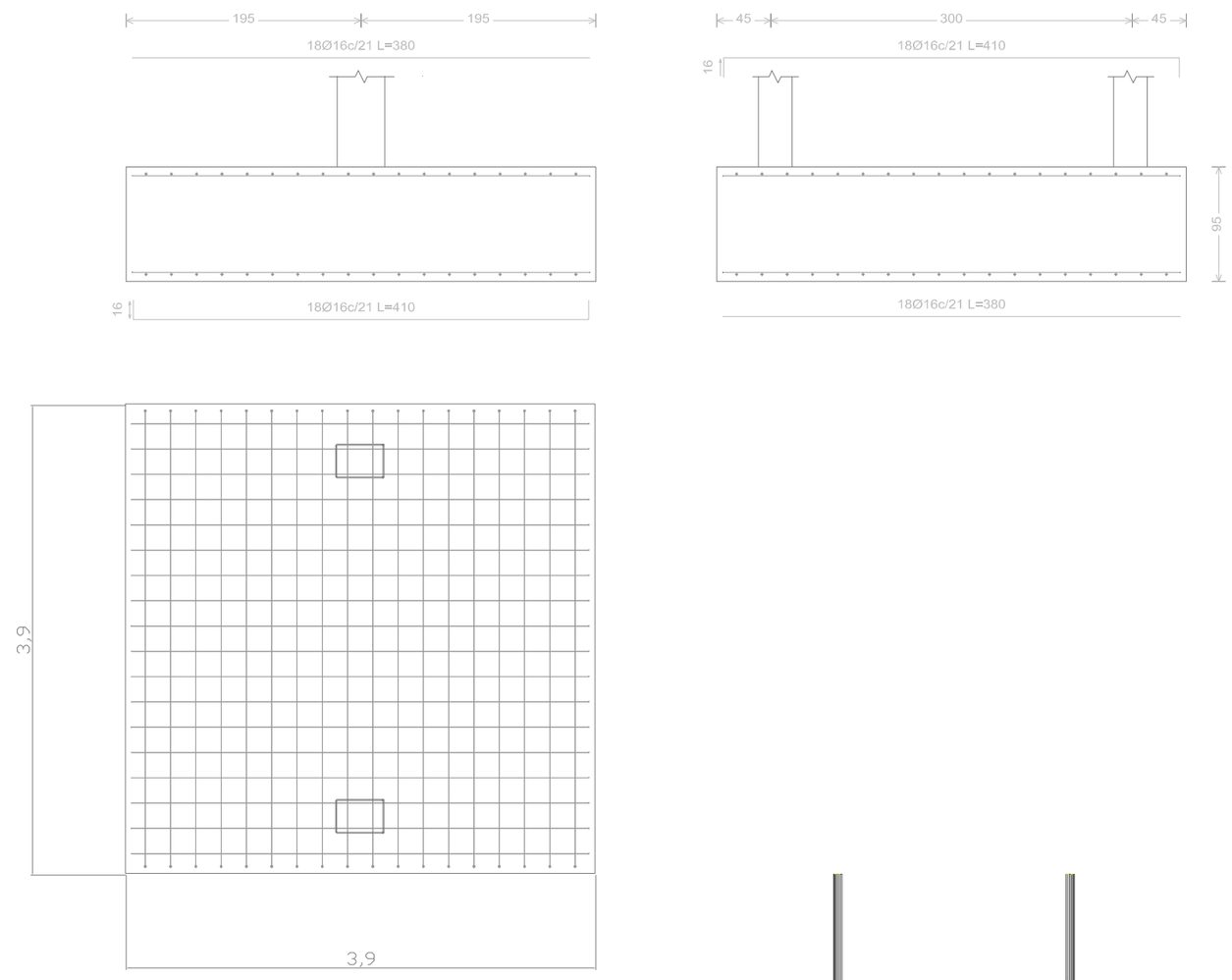


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **CIMENTACIÓN**	FECHA: **06/09/12**	ESCALA: **1/100** Nº PLANO: **05**

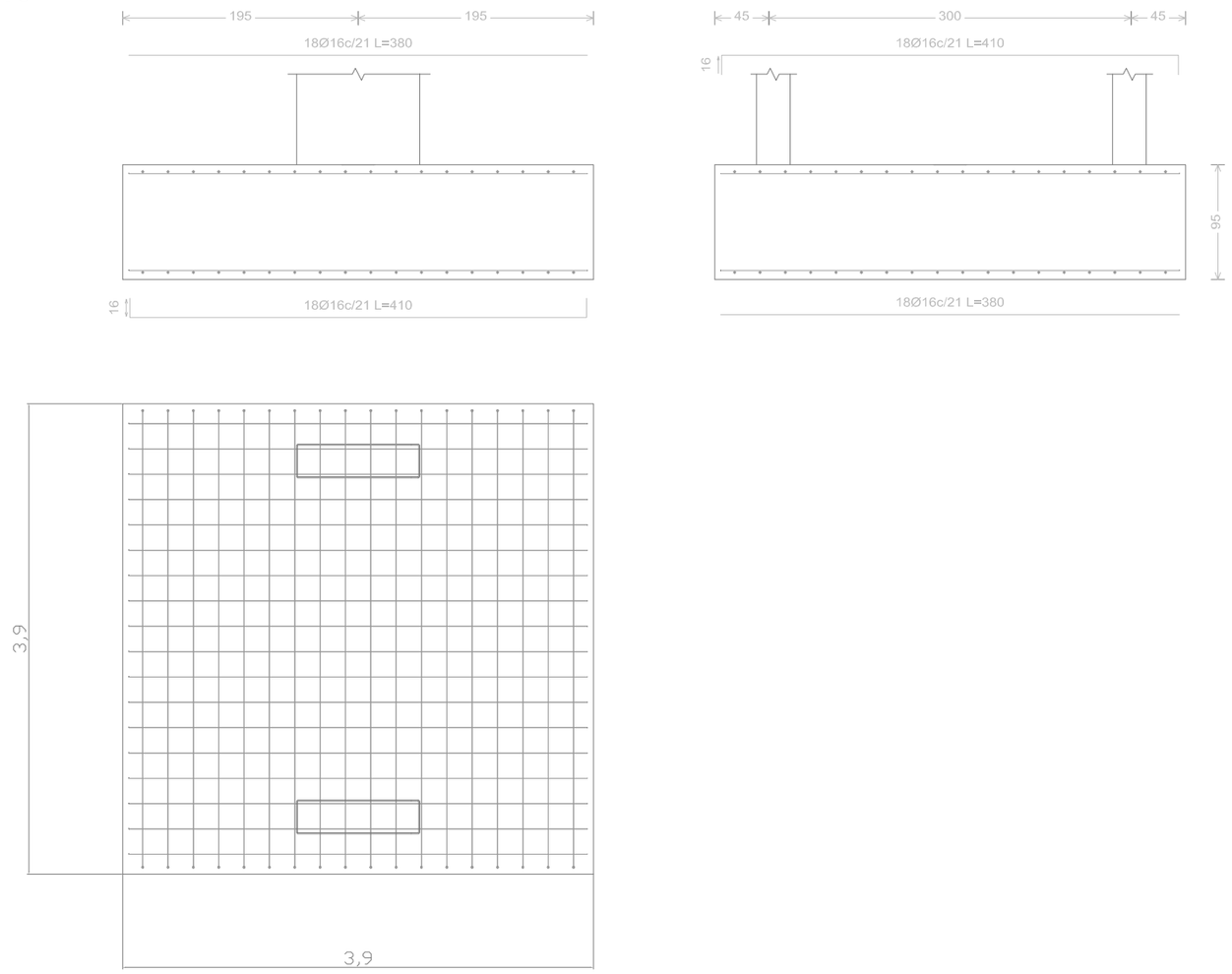
ZAPATA 1

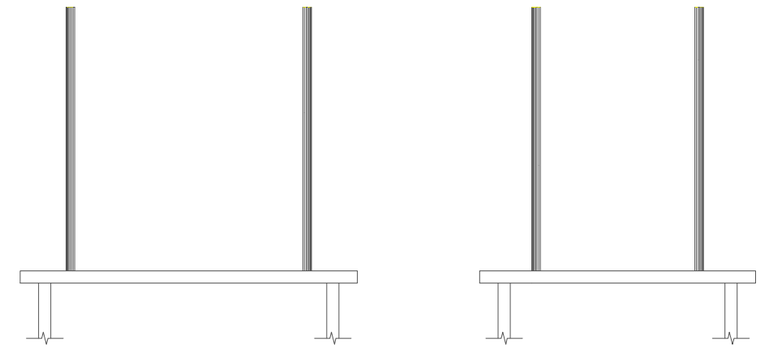


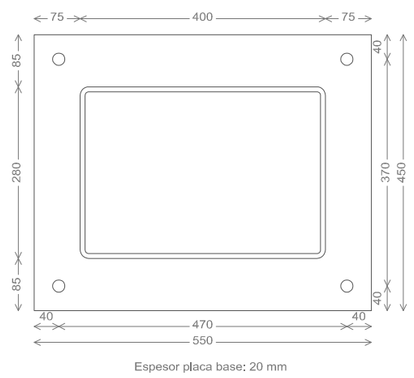
ZAPATA 2

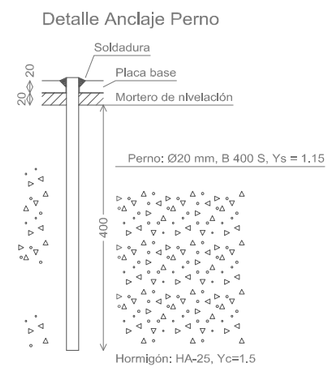


ZAPATA 3



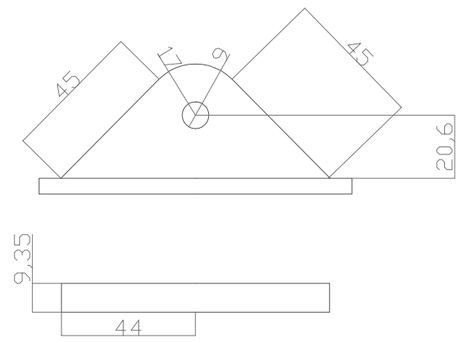


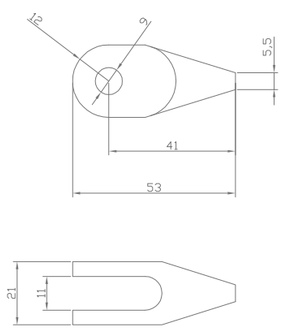




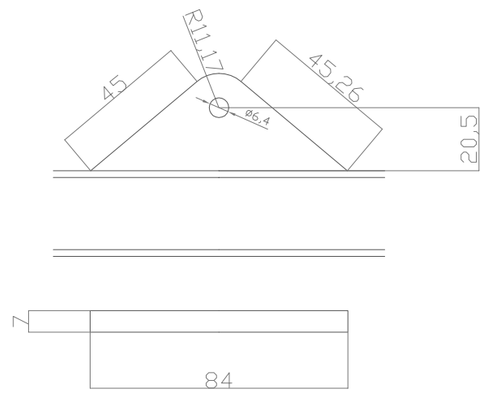
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **CIMENTACIÓN. DETALLE**		FECHA: **06/09/12** ESCALA: **1/50** Nº PLANO: **06**

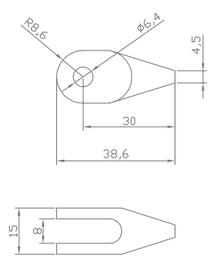
DETALLE A. OREJETA Y CABEZAL CABLE 3



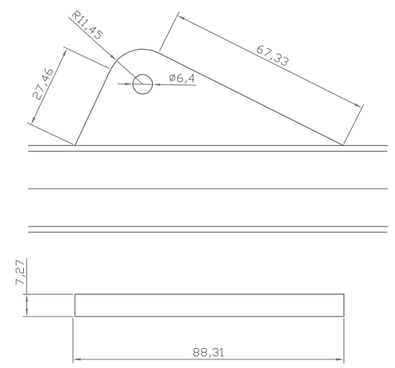


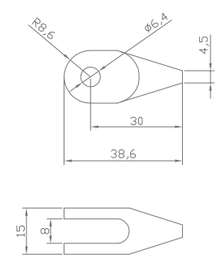
DETALLE E. OREJETA Y CABEZAL CABLE 1



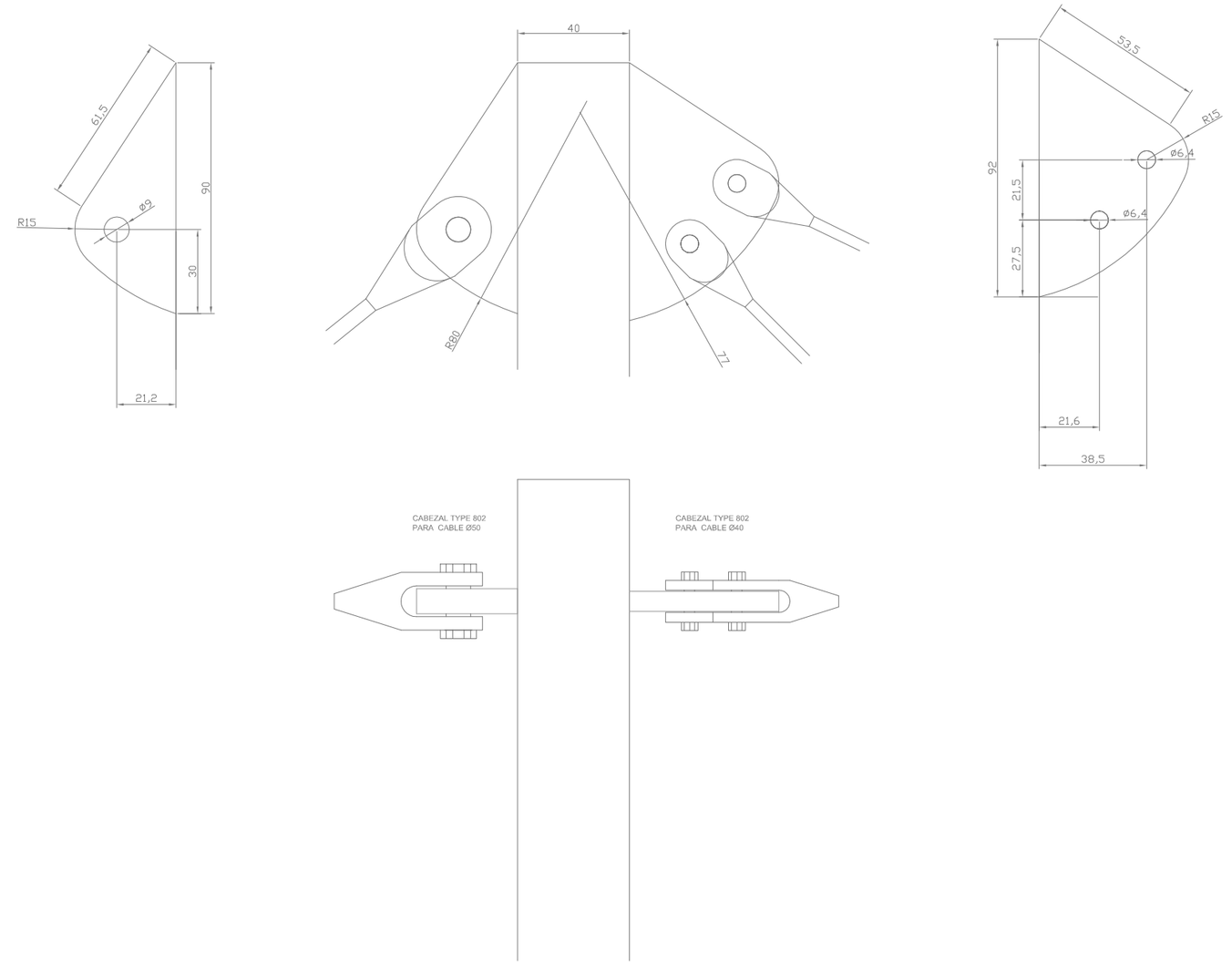


DETALLE F. OREJETA Y CABEZAL CABLE 2

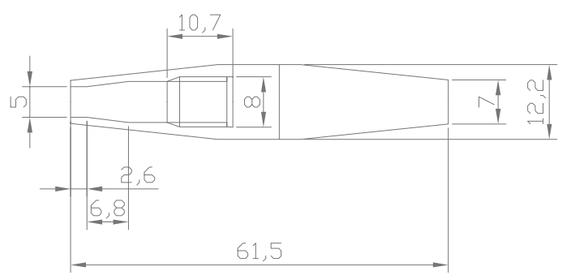




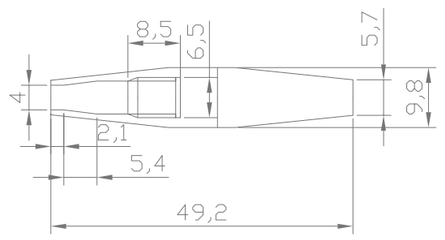
DETALLE C. OREJETAS PÓRTICO

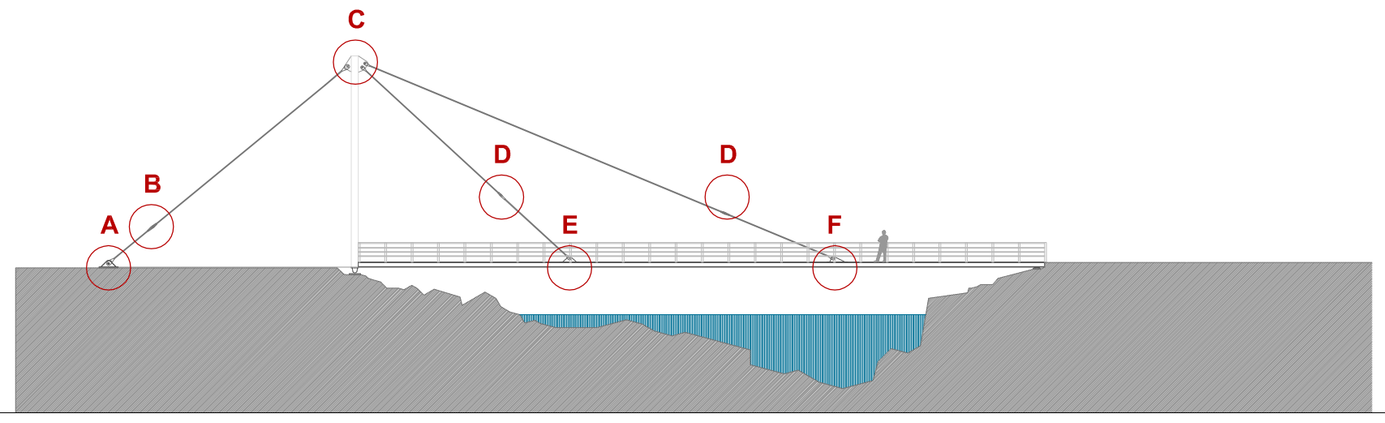


DETALLE B. MANGUITO CABLE 3



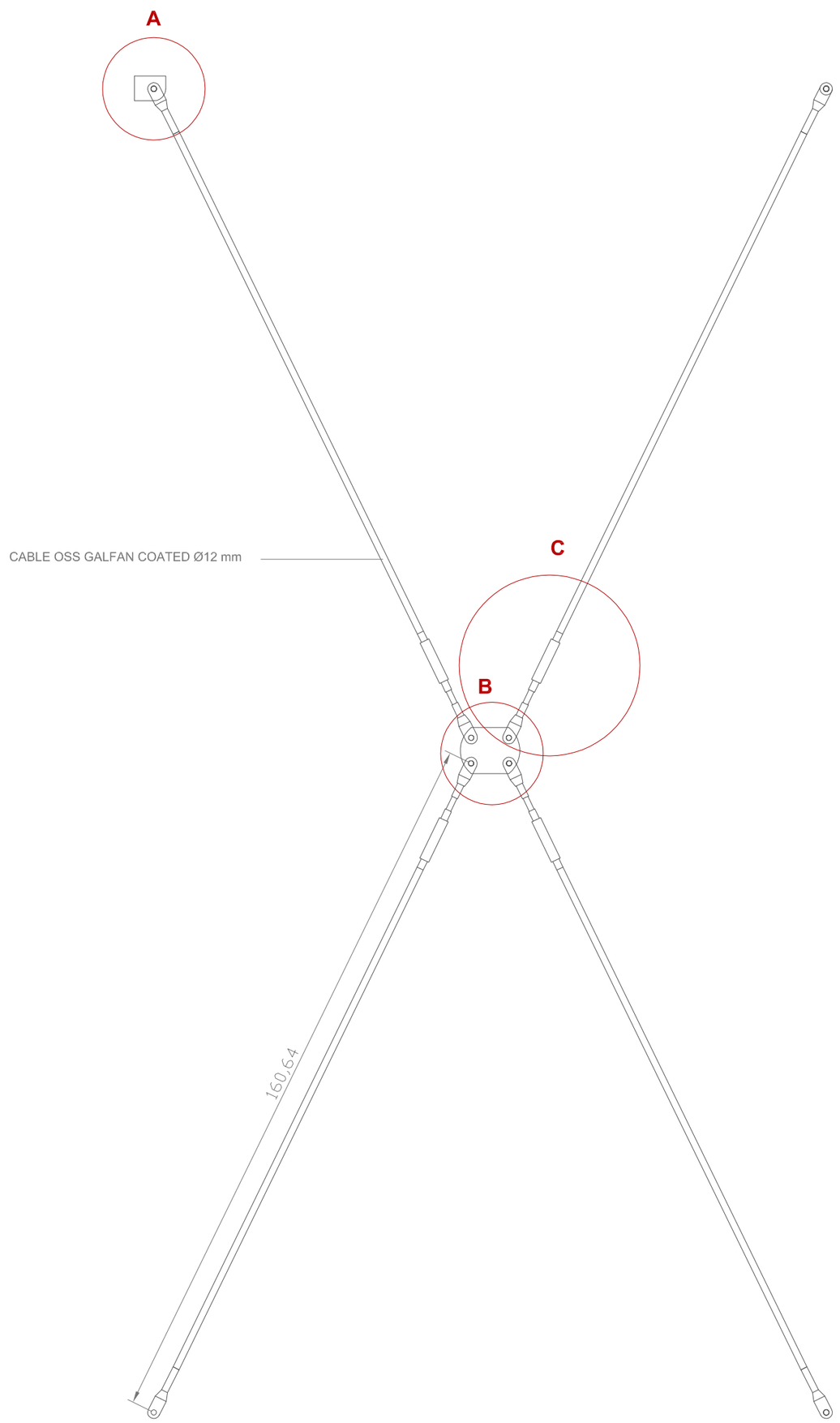
DETALLE D. MANGUITO CABLE 1/2



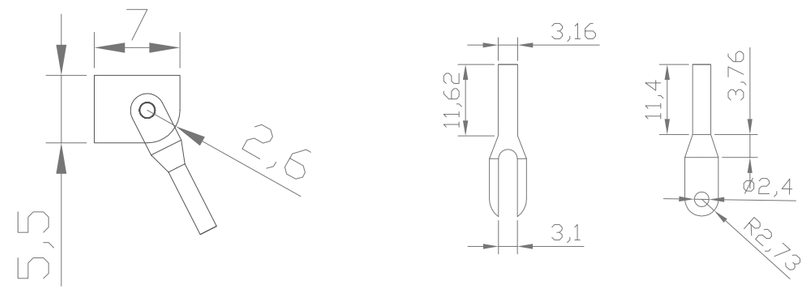


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **UNIONES. DETALLE**	FECHA: **06/09/12**	ESCALA: **1/20** Nº PLANO: **07**

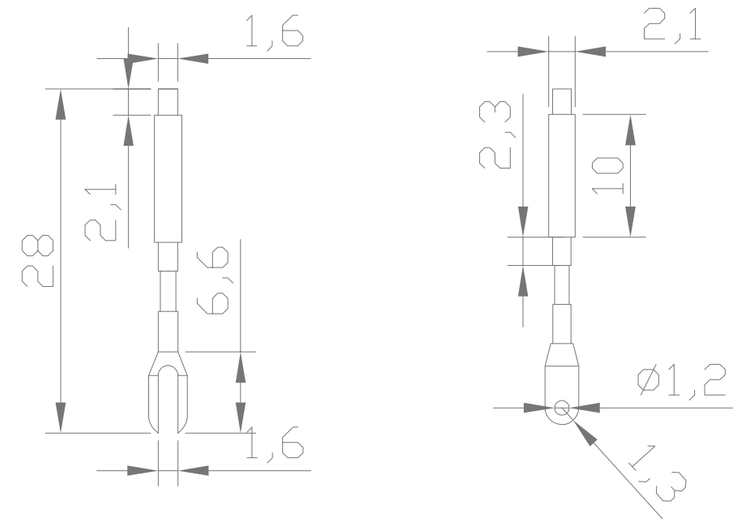
DETALLE ARRIOSTRAMIENTO



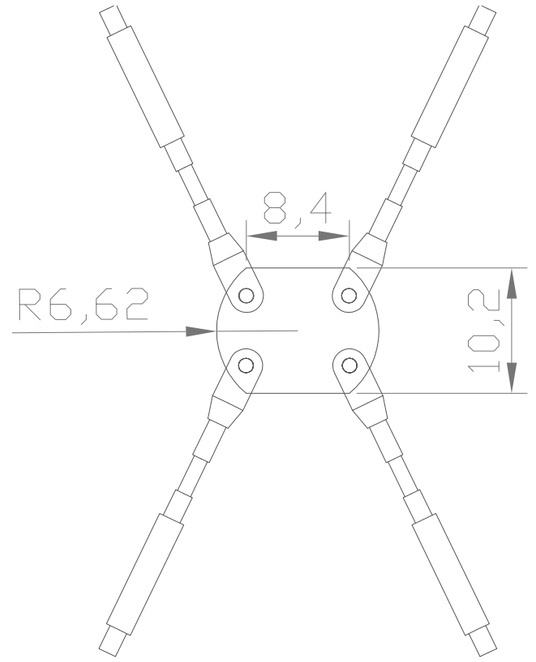
DETALLE A. CARTELA ARRIOSTRAMIENTO CABEZAL TYPE 964

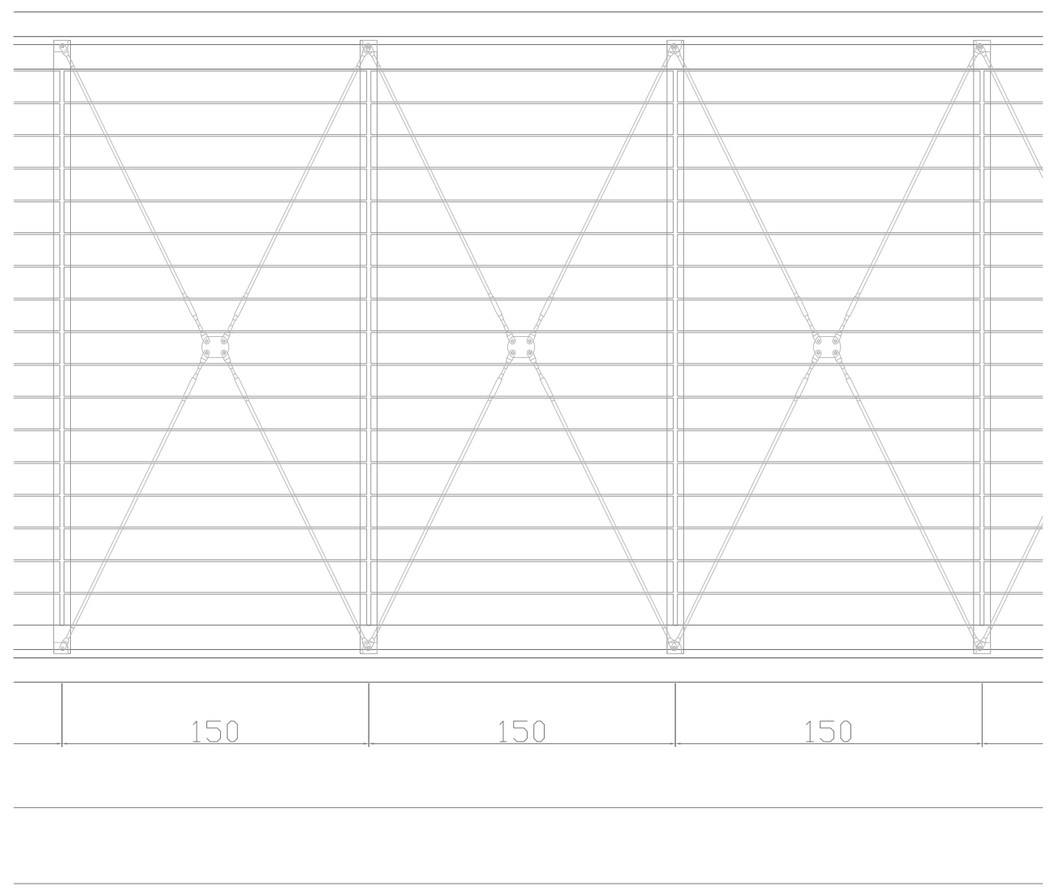


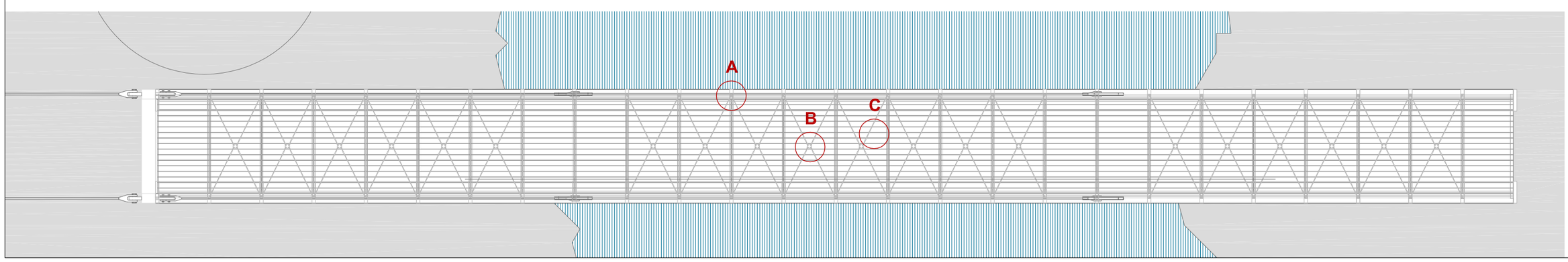
DETALLE C. CABEZAL TYPE 960



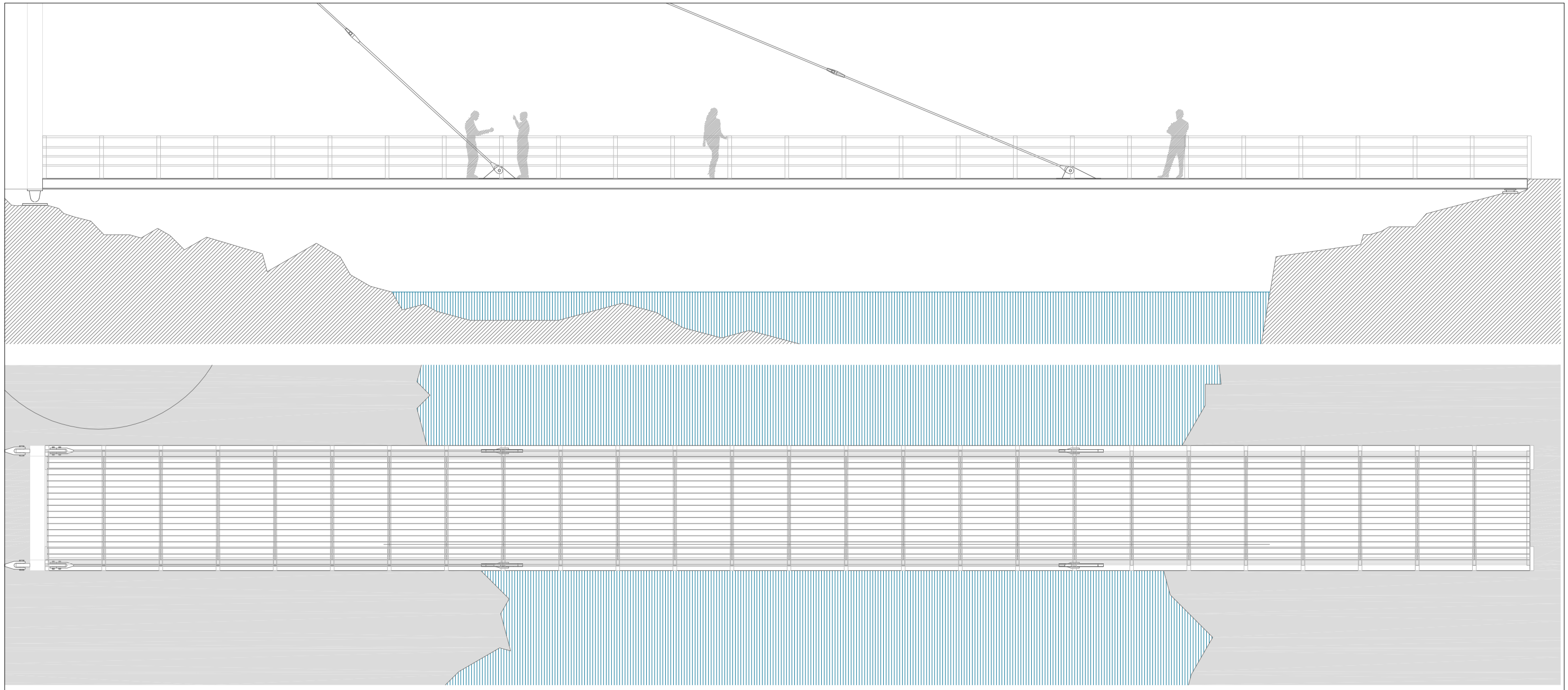
DETALLE B. DISCO

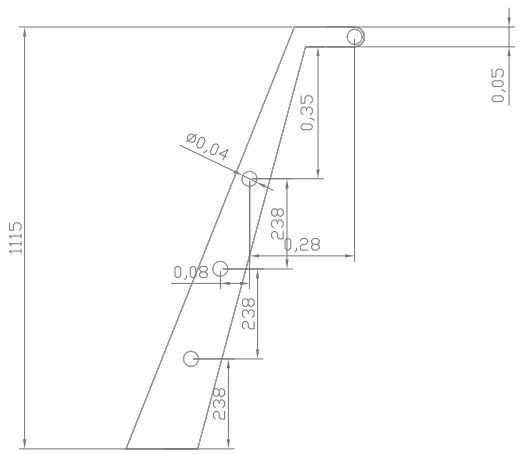


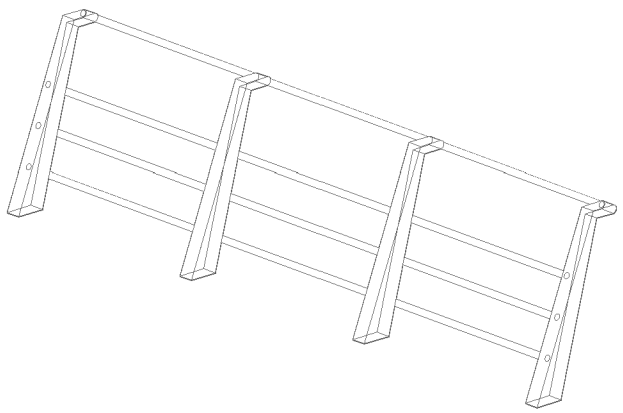




Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **UNIONES. DETALLE**	FECHA: **06/09/12**	ESCALA: **1/20.1/5** Nº PLANO: **08**

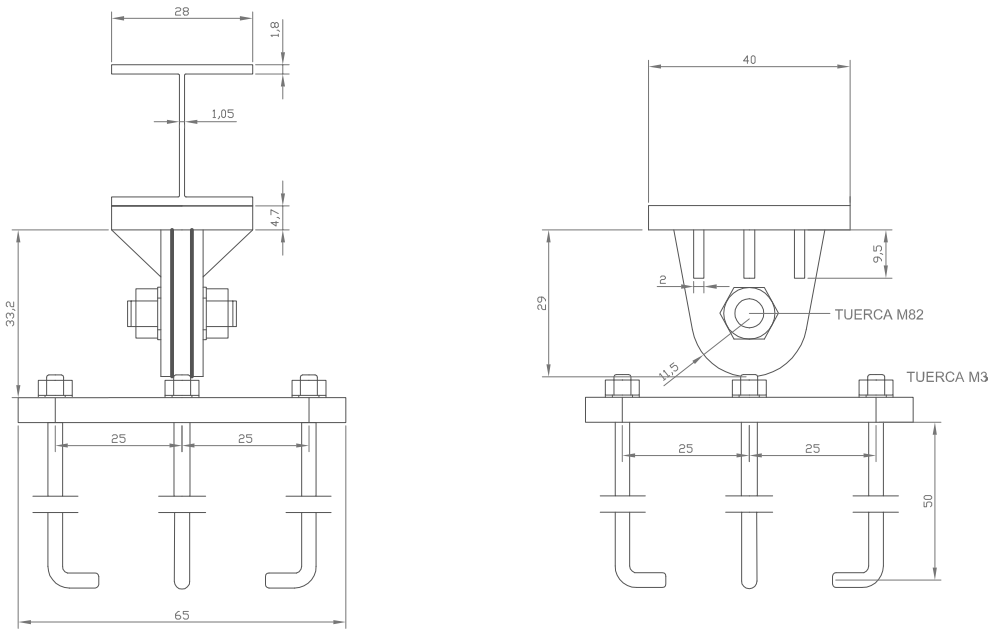






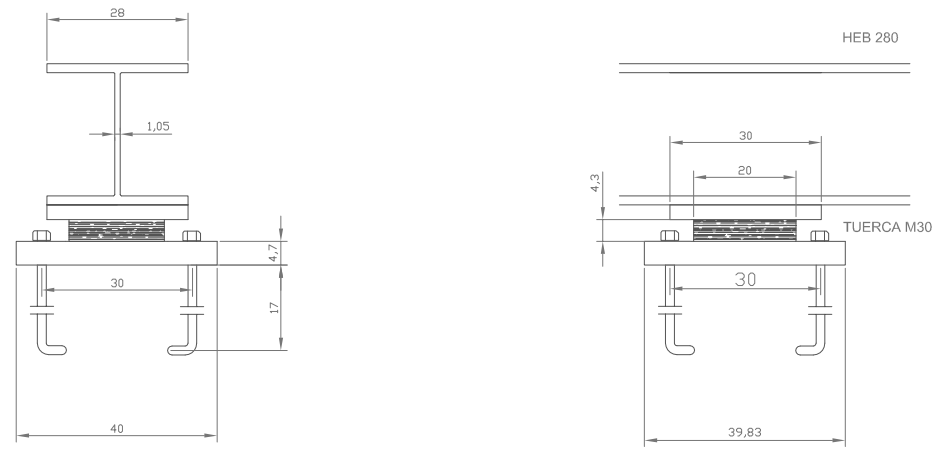
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **BARANDILLA Y ENTARIMADO**		FECHA: **06/09/12** ESCALA: **1/100.1/20** Nº PLANO: **09**

DETALLE APOYO 1



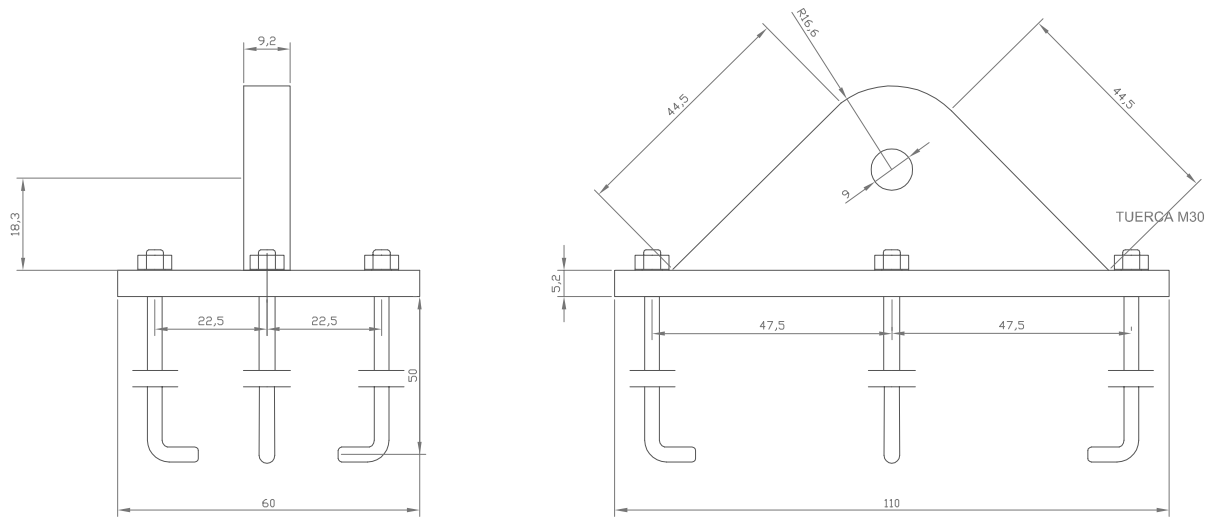
PERNOS Ø 30 mm (B500 S CORRUGADO)

DETALLE APOYO 2

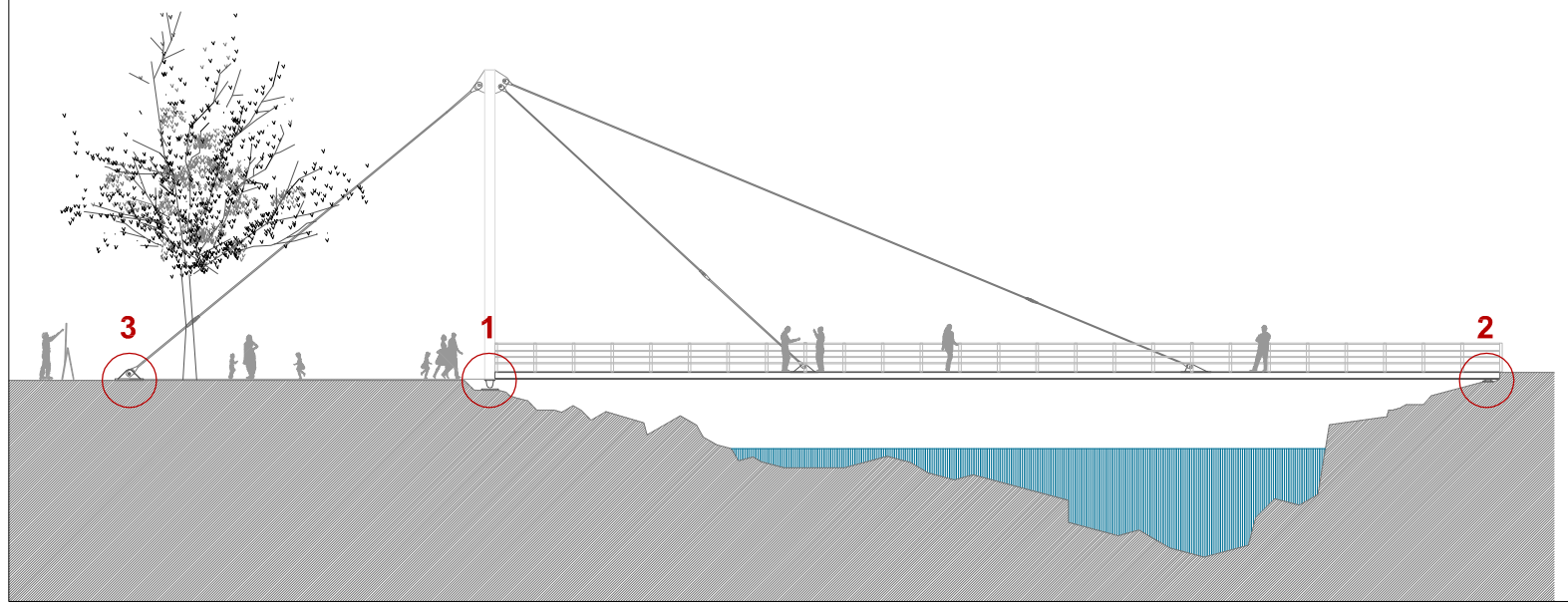


PERNOS Ø 30 mm (B500 S CORRUGADO)

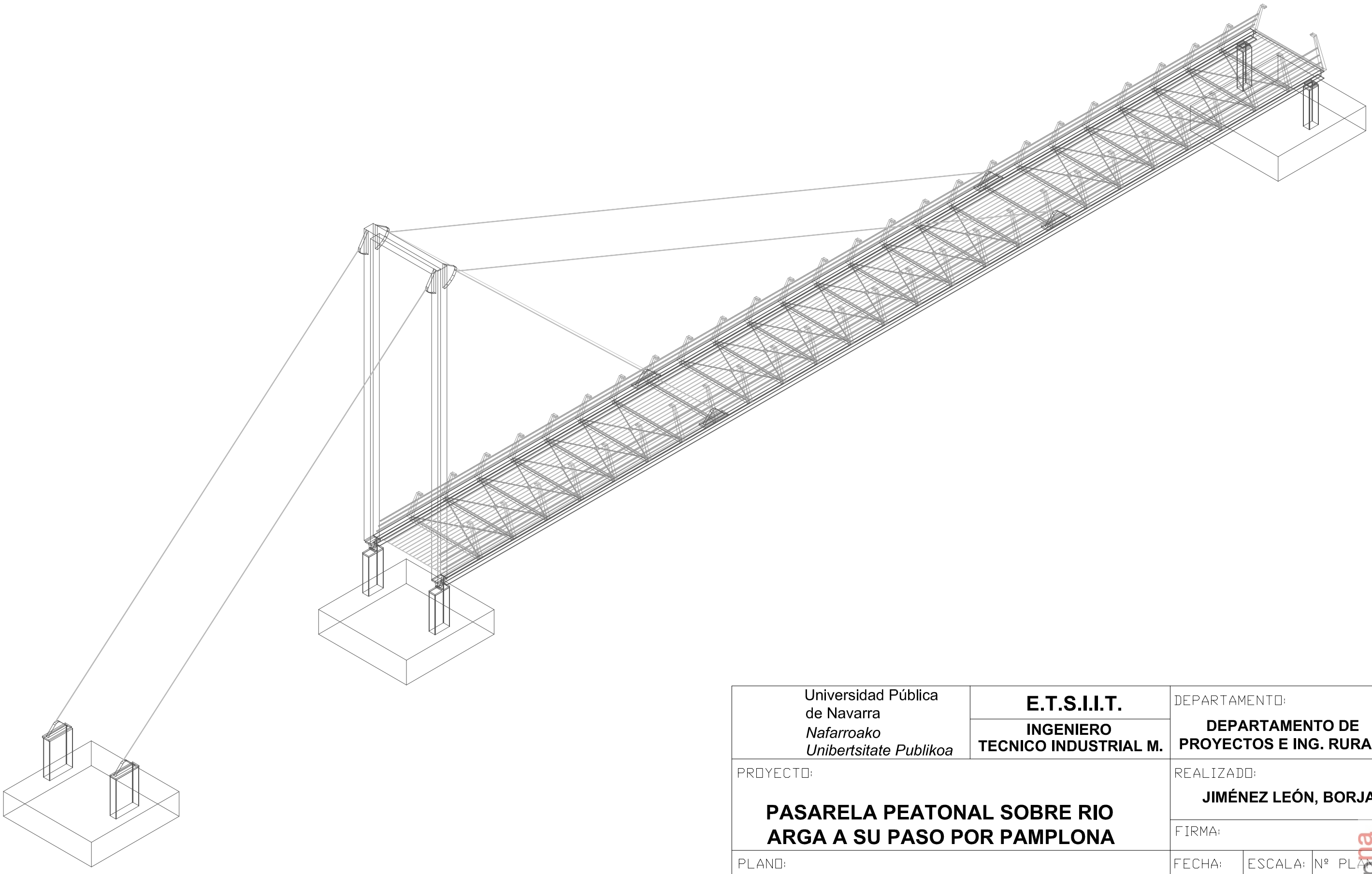
DETALLE APOYO 3



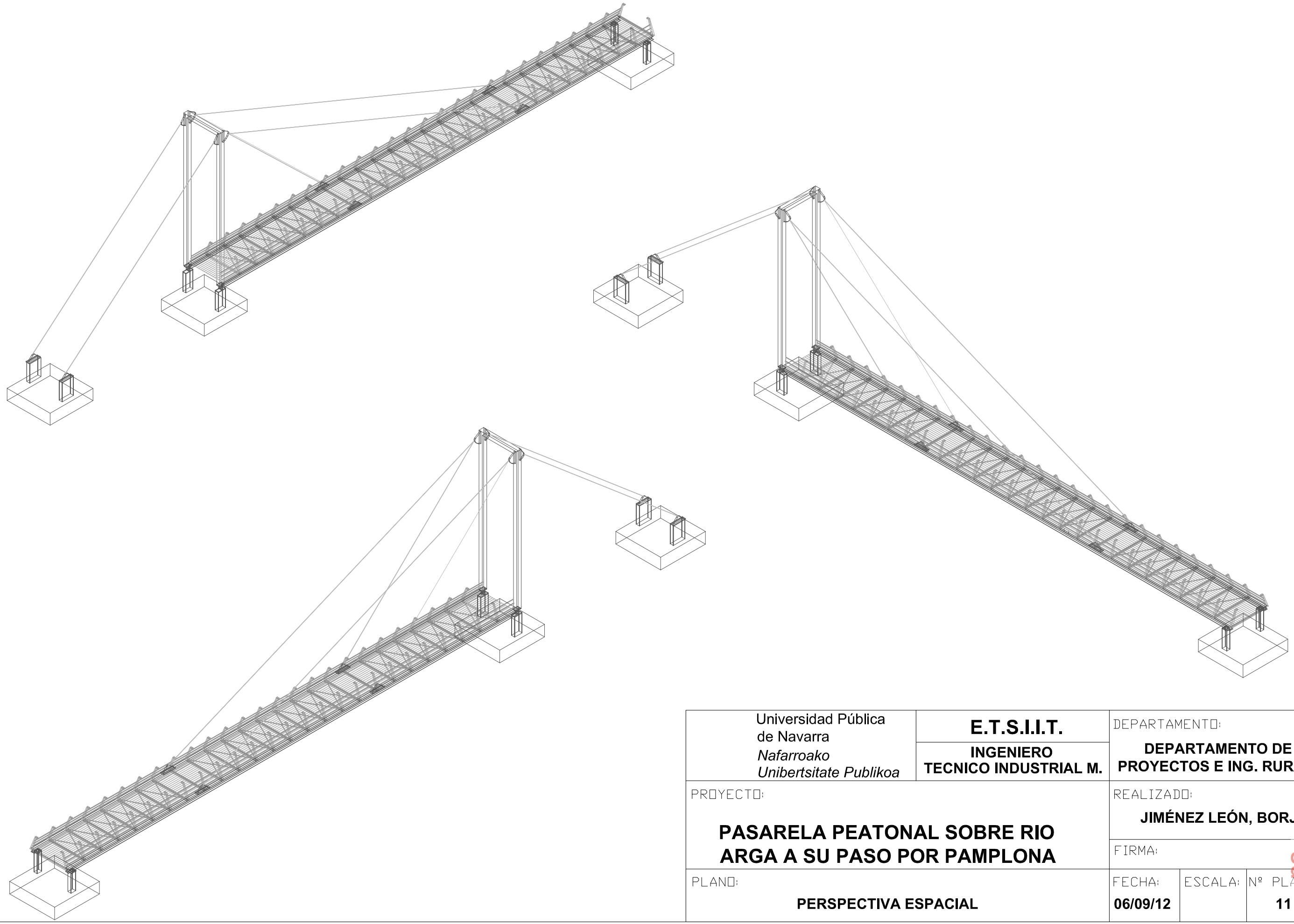
PERNOS Ø 30 mm (B500 S CORRUGADO)



Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **BARANDILLA Y ENTARIMADO**	FECHA: **06/09/12** / ESCALA: **1/15**	Nº PLANO: **10**



Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **PERSPECTIVA ESPACIAL**		FECHA: **06/09/12** · ESCALA: · Nº PLANO: **11**



Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **PASARELA PEATONAL SOBRE RIO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA**		REALIZADO: **JIMÉNEZ LEÓN, BORJA** FIRMA:
PLANO: **PERSPECTIVA ESPACIAL**	FECHA: **06/09/12** / ESCALA:	Nº PLANO: **11**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA SU PASO POR PAMPLONA

PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Borja Jiménez León

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Septiembre 2012

ÍNDICE

1 Acondicionamiento y cimentación

1.1 Movimiento de tierras

1.1.1 Explanaciones

Descripción

Descripción

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada.

Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de desmonte. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo y afinado. Si se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del proyecto, el exceso de excavación se justificará para su abono.
- Metro cúbico de base de terraplén. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo, desbroce y afinado.
- Metro cúbico de terraplén. Medido el volumen rellenado sobre perfiles, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes.
- Metro cuadrado de entibación. Totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

- Tierras de préstamo o propias.

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no estén contaminadas.

Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

- Entibaciones. Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc.

La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80.

El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%.

Las entibaciones de madera no presentarán principio de pudrición, alteraciones ni

defectos.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Préstamos:

El contratista comunicará a la dirección facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Préstamos: en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").
- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y, con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

Caballeros o depósitos de tierra: deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya.

<u>Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra</u>

Características técnicas de cada unidad de obra

- **Condiciones previas**

El terreno se irá excavando por franjas horizontales previamente a su entibación.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para

las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitaciones por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Proceso de ejecución

- **Ejecución**

Replanteo:

Se comprobarán los puntos de nivel marcados, y el espesor de tierra vegetal a excavar.

En general:

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras. Con temperaturas menores de 2 ºC se suspenderán los trabajos.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de limpieza, levantándose vallas que acoten las zonas de arbolado o vegetación destinadas a permanecer en su sitio. Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que haya quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene la dirección facultativa.

Sostenimiento y entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que se realicen, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por la dirección facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. En general, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales antes de la entibación hasta una altura de 60 cm o de 80 cm, una vez alcanzada esta profundidad, se colocarán cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tablones verticales que a su vez estarán apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando la entibación se ejecute con tablas verticales, se colocarán según la naturaleza, actuando por secciones

sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, sosteniendo las paredes con tablas de 2 m, dispuestas verticalmente, quedando sujetas por marcos horizontales. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos dudosos se entibará verticalmente a medida que se proceda a la extracción de tierras.

La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes entibadas. Los tableros y codales se dispondrán con su cara mayor en contacto con el terreno o el tablero. Los codales serán 2 cm más largos que la separación real entre cabeceros opuestos, llevándolos a su posición mediante golpeteo con maza en sus extremos y, una vez colocados, deberán vibrar al golpearlos. Se impedirá mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se realizarán a tope, disponiendo codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tablones estarán aguzados en un extremo para clavarlos antes de excavar cada franja, dejando empotrado en cada descenso no menos de 20 cm. Cuando se efectúe la excavación en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán emplear gruesas planchas de entibación y un sólido apuntalamiento, pues en caso contrario puede producirse el hundimiento de dicha capa.

Al finalizar la jornada no deberán quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la documentación técnica. Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o por alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas.

Evacuación de las aguas y agotamientos:

Se adoptarán las medidas necesarias para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

Desmontes:

Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel, ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. En bordes con estructura de contención, previamente realizada, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ella y dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano, antes de descender la máquina, en ese borde, a la franja inferior. En los bordes ataluzados se dejará el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada. Cuando las excavaciones se realicen a mano, la altura

máxima de las franjas horizontales será de 1,50 m. Cuando el terreno natural tenga una pendiente superior a 1:5 se realizarán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de longitud y 4% de pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, para facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

Empleo de los productos de excavación:

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto. Las rocas que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

Excavación en roca:

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

Terraplenes:

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Salvo prescripción contraria, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100 %. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Sobre las capas en ejecución deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar

sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

Taludes:

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes, salvo autorización expresa.

Caballeros o depósitos de tierra:

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Los caballeros deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en este tajo, y se comunicará a la dirección facultativa.

- **Tolerancias admisibles**

Desmonte: no se aceptaran franjas excavadas con altura mayor de 1,65 m con medios manuales.

- **Condiciones de terminación**

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

- **Control de ejecución**

Puntos de observación:

- Limpieza y desbroce del terreno.

Situación del elemento.
Cota de la explanación.
Situación de vértices del perímetro.
Distancias relativas a otros elementos.
Forma y dimensiones del elemento.
Horizontalidad: nivelación de la explanada.
Altura: grosor de la franja excavada.
Condiciones de borde exterior.
Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales

y restos susceptibles de pudrición.

- Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

- Desmontes.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

- Base del terraplén.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.

Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

- Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en ± 10 cm.

Se comprobará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Se protegerá el conjunto de la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía. Terraplenes: se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y en su coronación, contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos; asimismo, se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación. Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a la dirección facultativa, que dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar. No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Los taludes expuestos a erosión potencial deberán protegerse para garantizar la permanencia de su adecuado nivel de seguridad.

Seguridad y salud

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel y al interior de la zanja.

Cortes por herramientas.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

Riesgo higiénico por inhalación de polvo.

Ruido.
Aplastamiento por desprendimiento o corrimientos de tierras.
Atrapamiento con partes móviles de máquinas.
Golpes y Caídas de objetos.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Todos los conductores de vehículos y máquinas utilizadas en la explanación deben poseer la cualificación adecuada para su uso y manejo. Los vehículos y máquinas empleados se mantendrán en perfectas condiciones de utilización, revisándose periódicamente. Antes de iniciar el trabajo se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y antes de abandonarlos, el bloqueo de seguridad. La maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

Señalizar los accesos y recorridos de los vehículos.

En las maniobras de marcha atrás se avisará mediante señal acústica y en caso necesario auxiliadas por otro operario situado en lugar seguro.

Cuando se suprima o sustituya una señal de tráfico se comprobará que el resto de la señalización está acorde con la modificación realizada.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto a bordes de coronación de taludes, salvo autorización, en cada caso, de la dirección facultativa.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

Se evitará la formación de polvo y los operarios estarán protegidos adecuadamente en ambientes pulvígenos.

El refino y saneo de las paredes ataluzadas se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En las laderas que queden por encima del desmonte, se hará previamente una revisión, quitando las piedras sueltas que puedan rodar con facilidad.

No se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo.

Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Los itinerarios de evacuación de operarios en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13 establecido en la Documentación Técnica. El ancho mínimo de la rampa será de 4,5 m ensanchándose en las curvas y sus pendientes no serán mayores del 12 % y 8 %, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos. En cualquier caso se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por

otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga durante o después del trabajo se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, a una distancia del borde igual a la altura del talud y/o como mínimo a 2 m, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

Cuando la máquina esté por encima de la zona a excavar y en bordes de vaciados, siempre que el terreno lo permita, será del tipo retro-excavadora, o se hará el refino a mano.

Los productos de la excavación se acopiarán de forma que el centro de gravedad de la carga, esté a una distancia igual a la profundidad de la zanja más 1 m.

En zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

En los trabajos de entibación, se acotarán las distancias mínimas entre operarios, en función de las herramientas que empleen.

Diariamente, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos.

Se evitará golpear las entibaciones durante los trabajos de excavación.

No se utilizarán las entibaciones como escalera para ascender o descender al fondo de la excavación, ni se suspenderán de los codales cargas.

La entibación sobresaldrá como mínimo 20 cm, de la rasante del terreno.

Las entibaciones se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias, por franjas horizontales, de la parte inferior del corte hacia la superior.

Si es necesario que se acerquen vehículos al borde de las zanjas, se instalarán topes de seguridad a base de tablones de madera embutidos en el terreno.

Nunca se entibará sobre superficies inclinadas realizándolo siempre sobre superficies verticales y en caso necesario se rellenará el trasdós de la entibación para asegurar un perfecto contacto entre ésta y el terreno.

En la realización de trabajos manuales o con posturas forzadas se tendrá en cuenta el Anejo 2.

Protecciones colectivas

Las zanjas deben poseer pasarelas protegidas por barandillas que permitan atravesarlas sin riesgo. Además deben existir escaleras de mano metálicas en número suficiente para permitir salir de las mismas en caso de emergencia con suficiente rapidez, estando las vías de salida libres de obstáculos.

Se dispondrán vallas de contención de peatones.

La entibación se realizará con tablas horizontales cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia de excavación y entibación (0,80 m a 1,30 m), se alcanza la profundidad total de la zanja.

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales de máximo

4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación.

El solar, estará rodeado de una valla, verja o muro de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde del vaciado no menor de 1,50 m, y cuando éstas dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de 10 m y en las esquinas.

Al finalizar la jornada no deben quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la Documentación Técnica y se habrán suprimido los bloques sueltos que puedan desprenderse.

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad con protección auditiva.
Guantes de seguridad.
Botas de seguridad.
Ropa de trabajo.
Mascarilla antipolvo.

1.1.2 Vaciado del terreno

Descripción

Descripción

Excavaciones a cielo abierto realizadas con medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro quedan por debajo del suelo, para anchos de excavación superiores a 2 m.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido en perfil natural una vez comprobado que dicho perfil es el correcto, en todo tipo de terrenos (deficientes, blandos, medios, duros y rocosos), con medios manuales o mecánicos (pala cargadora, compresor, martillo rompedor). Se establecerán los porcentajes de cada tipo de terreno referidos al volumen total. El exceso de excavación deberá justificarse a efectos de abono.
- Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla

en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Entibaciones:

Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80. El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%. La madera no presentará principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de

entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitaciones por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Proceso de ejecución

- **Ejecución**

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras.

- Entibaciones (se tendrán en cuenta las prescripciones respecto a las mismas del capítulo 2.1.1 Explanaciones):

Antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asientos o grietas. Las uniones entre piezas garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios. Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados. El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En caso de lluvia y suspensión de los trabajos, los frentes y taludes quedarán protegidos. Se suspenderán los trabajos de excavación cuando se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos, y se comunicará a la dirección facultativa.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.2.2, la prevención de caída de bloques requerirá la utilización adecuada de mallas de retención.

- El vaciado se podrá realizar:

Sin bataches: el terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad definida en la documentación. El ángulo del talud será el especificado en proyecto. El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor que 1,50 m o que 3 m, según se ejecute a mano o a máquina, respectivamente. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ellos y se dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja inferior.

Con bataches: una vez replanteados los bataches se iniciará, por uno de los extremos del talud, la excavación alternada de los mismos. A continuación se realizarán los elementos estructurales de contención en las zonas excavadas y en el mismo orden. Los bataches se realizarán, en general, comenzando por la parte superior cuando se realicen a mano y por su parte inferior cuando se realicen con máquina.

- Excavación en roca:

Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca, presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonitizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables.

Los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de material de relleno, y se señalizarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficacia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes, u otros.

- Nivelación, compactación y saneo del fondo:

En la superficie del fondo del vaciado, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado.

También los laterales del vaciado quedarán limpios y perfilados.

La excavación presentará un aspecto cohesivo. Se eliminarán los lentejones y se repasará posteriormente.

- **Tolerancias admisibles**

- Condiciones de no aceptación:

Errores en las dimensiones del replanteo superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

Zona de protección de elementos estructurales inferior a 1 m.

Angulo de talud superior al especificado en más de 2 º.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas, deberán ser corregidas.

- **Condiciones de terminación**

Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

- **Control de ejecución**

Puntos de observación:

- Replanteo:

Dimensiones en planta y cotas de fondo.

- Durante el vaciado del terreno:

Comparación de los terrenos atravesados con lo previsto en el proyecto y en el estudio geotécnico.

Identificación del terreno del fondo de la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.

Altura: grosor de la franja excavada.

Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar que las características geométricas permanezcan estables, protegiéndose el vaciado frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

Seguridad y salud

1. Riesgos laborales

Caídas a distinto nivel.

Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.

Caídas al mismo nivel.

Caídas de objetos durante su manipulación.

Caídas de objetos por desprendimiento.

Atrapamiento del operario por desprendimiento de taludes.

Vuelco y caída de máquinas.

Atropellos y golpes con vehículos.

Riesgos derivados de interferencias con servicios (riesgos eléctricos, explosión, inundaciones, etc.).

Interferencias con líneas eléctricas aéreas.

Riesgo higiénico por inhalación de polvo.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Ordenación del solar con determinación de zona de acopios, ubicación de grúa torre, instalaciones de higiene y bienestar, de entrada y salida de personal y vehículos. El perímetro de la excavación será cerrado al tránsito de personas, y en caso de ser necesaria la circulación junto al borde, se protegerá con barandilla.

Análisis y actuación sobre posibles servicios afectados (líneas eléctricas aéreas,

canalizaciones subterráneas, alcantarillado, etc.).

Vigilancia de la adecuada implantación de las medidas preventivas, así como la verificación de su eficacia y mantenimiento permanente en sus condiciones iniciales.

En la excavación se mantendrán los taludes, sistemas de entibación, apeos u otras medidas adecuadas para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, materiales u objetos.

Se garantizará que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua, desprendimientos, caída de materiales u otros incidentes que les puedan causar daño.

Los productos de la excavación se acopiarán de forma que el centro de gravedad de la carga, esté a una distancia igual a la profundidad de la zanja más 1 m.

En zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,30 m siempre que haya operarios trabajando en su interior se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

En los trabajos de entibación, se acotarán las distancias mínimas entre operarios, en función de las herramientas que empleen.

Diariamente, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos.

Se evitará golpear las entibaciones durante los trabajos de excavación.

No se utilizarán las entibaciones como escalera para ascender o descender al fondo de la excavación, ni se suspenderán de los codales cargas.

La entibación sobresaldrá como mínimo 20 cm, de la rasante del terreno.

Las entibaciones se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias, por franjas horizontales, de la parte inferior del corte hacia la superior.

Si es necesario que se acerquen vehículos al borde de las zanjas, se instalarán topes de seguridad a base de tablones de madera embutidos en el terreno.

Nunca se entibará sobre superficies inclinadas realizándolo siempre sobre superficies verticales y en caso necesario se rellenará el trasdós de la entibación para asegurar un perfecto contacto entre ésta y el terreno.

Protecciones colectivas

Las zanjas deben poseer pasarelas protegidas por barandillas que permitan atravesarlas sin riesgo. Además deben existir escaleras de mano metálicas en número suficiente para permitir salir de las mismas en caso de emergencia con suficiente rapidez, estando las vías de salida libres de obstáculos.

La entibación se realizará con tablas horizontales cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia de excavación y entibación (0,80 m a 1,30 m), se alcanza la profundidad total de la zanja.

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales de máximo 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación.

Vallas de 2 m de altura de cerramiento de la obra y barandillas de 1 m de protección

del borde de la excavación.

Disposición de escaleras de acceso al fondo del vaciado, en número suficiente y ubicadas en zona en la que no exista interferencia con los vehículos y máquinas.

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad certificado.

Botas de seguridad.

Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.

Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.

1.2 Cimentaciones directas

1.2.1 Zapatas (aisladas, corridas y elementos de atado)

Descripción

Descripción

Cimentaciones directas de hormigón en masa o armado destinados a transmitir al terreno, y repartir en un plano de apoyo horizontal, las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los forjados y de los muros de carga, de sótano, de cerramiento o de arriostramiento, pertenecientes a estructuras de edificación.

Tipos de zapatas:

- Zapata aislada: como cimentación de un pilar aislado, interior, medianero o de esquina.
- Zapata combinada: como cimentación de dos ó más pilares contiguos.
- Zapata corrida: como cimentación de alineaciones de tres o más pilares, muros o forjados.

Los elementos de atado entre zapatas aisladas son de dos tipos:

- Vigas de atado o soleras para evitar desplazamientos laterales, necesarios en los casos prescritos en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.
- Vigas centradoras entre zapatas fuertemente excéntricas (de medianería y esquina) y las contiguas, para resistir momentos aplicados por muros o pilares o para redistribuir cargas y presiones sobre el terreno

Criterios de medición y valoración de unidades

- Unidad de zapata aislada o metro lineal de zapata corrida de hormigón.

Completamente terminada, de las dimensiones especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificadas, de la cuantía de acero especificada, para un recubrimiento de la armadura principal y una tensión admisible del terreno determinadas,

incluyendo elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, según la EHE. No se incluye la excavación ni el encofrado, su colocación y retirada.

- Metro cúbico de hormigón en masa o para armar en zapatas, vigas de atado y centradoras.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados con una cuantía media del tipo de acero especificada, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón, según la EHE, incluyendo o no encofrado.

- Kilogramo de acero montado en zapatas, vigas de atado y centradoras.

Acero del tipo y diámetro especificados, incluyendo corte, colocación y despuntes, según la EHE.

- Kilogramo de acero de malla electrosoldada en cimentación.

Medido en peso nominal previa elaboración, para malla fabricada con alambre corrugado del tipo especificado, incluyendo corte, colocación y solapes, puesta en obra, según la EHE.

- Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza.

De hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido, especificados, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según la EHE.

- Unidad de viga centradora o de atado.

Completamente terminada, incluyendo volumen de hormigón y su puesta en obra, vibrado y curado; y peso de acero en barras corrugadas, ferrallado y colocado.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Hormigón en masa (HM) o para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4), de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Mallas electrosoldadas de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4), de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Si el hormigón se fabrica en obra: cemento, agua, áridos y aditivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará según las indicaciones del capítulo VI de la EHE (artículos 26.3, 28.5, 29.2.3 y 31.6) para protegerlos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del

ambiente. Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministren a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de peso por oxidación superficial superiores al 1% respecto del peso inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

- **Condiciones previas: soporte**

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad en el proyecto. Para determinarlo, se considerará la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos, teniendo en cuenta las posibles alteraciones debidas a los agentes climáticos, como escorrentías y heladas, así como las oscilaciones del nivel freático, siendo recomendable que el plano quede siempre por debajo de la cota más baja previsible de éste, con el fin de evitar que el terreno por debajo del cimiento se vea afectado por posibles corrientes, lavados, variaciones de pesos específicos, etc. Aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 a 0,8 m por debajo de la rasante.

No es aconsejable apoyar directamente las vigas sobre terrenos expansivos o colapsables.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la EHE, indicadas en la subsección 3.3. Estructuras de hormigón. Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según RC-03), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo VI de la EHE: se prohíbe el uso de aguas de mar o salinas para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado (artículo 27); se prohíbe el empleo de áridos que procedan de rocas blandas, friables o porosas o que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos o sulfuros oxidables (artículo 28.1); se prohíbe la utilización de aditivos que contengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes que favorezcan la corrosión (artículo 29.1); se limita la cantidad de ion cloruro total aportado por las componentes del hormigón para proteger las armaduras frente a la corrosión (artículo 30.1), etc.

Proceso de ejecución

- **Ejecución**

- Información previa:

Localización y trazado de las instalaciones de los servicios que existan y las previstas para el edificio en la zona de terreno donde se va a actuar. Se estudiarán las soleras, arquetas de pie del pilar, saneamiento en general, etc., para que no se alteren las condiciones de trabajo o se generen, por posibles fugas, vías de agua que produzcan lavados del terreno con el posible descalce del cimiento.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.2, se realizará la confirmación de las características del terreno establecidas en el proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Si el suelo situado debajo de las zapatas difiere del encontrado durante el estudio geotécnico (contiene bolsadas blandas no detectadas) o se altera su estructura durante la excavación, debe revisarse el cálculo de las zapatas.

- Excavación:

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto y se realizarán según las indicaciones establecidas en el capítulo 2.1.5. Zanjas y pozos.

La cota de profundidad de las excavaciones será la prefijada en los planos o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Si los cimientos son muy largos es conveniente también disponer llaves o anclajes verticales más profundos, por lo menos cada 10 m.

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función de las distancias a las edificaciones colindantes y del tipo de terreno para evitar al máximo la alteración de sus características mecánicas.

Se acondicionará el terreno para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas, eliminando rocas, restos de cimentaciones antiguas y lentejones de terreno más resistente, etc. Los elementos extraños de menor resistencia, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado convenientemente, de una compresibilidad sensiblemente equivalente a la del conjunto, o por hormigón en masa.

Las excavaciones para zapatas a diferente nivel, se realizarán de modo que se evite el deslizamiento de las tierras entre los dos niveles distintos. La inclinación de los taludes de separación entre estas zapatas se ajustará a las características del terreno. A efectos indicativos y salvo orden en contra, la línea de unión de los bordes inferiores entre dos zapatas situadas a diferente nivel no superará una inclinación 1H:1V en el caso de rocas y suelos duros, ni 2H:1V en suelos flojos a medios.

Para excavar en presencia de agua en suelos permeables, se precisará el agotamiento de ésta durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación, sin comprometer la estabilidad de taludes o de las obras vecinas.

En las excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento temporal del fondo de la zanja, por absorción capilar del agua del suelo con materiales secos permeables que permita la ejecución en seco del proceso de hormigonado.

En las excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo sea

suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, se comprobará si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, por agotamiento o por drenaje.

Si se estima necesario, se realizará un drenaje del terreno de cimentación. Éste se podrá realizar con drenes, con empedrados, con procedimientos mixtos de dren y empedrado o bien con otros materiales idóneos.

Los drenes se colocarán en el fondo de zanjas en perforaciones inclinadas con una pendiente mínima de 5 cm por metro. Los empedrados se rellenarán de cantos o grava gruesa, dispuestos en una zanja, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá una pendiente longitudinal mínima de 3 a 4 cm por metro. Con anterioridad a la colocación de la grava, en su caso se dispondrá un geotextil en la zanja que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.

La terminación de la excavación en el fondo y paredes de la misma, debe tener lugar inmediatamente antes de ejecutar la capa de hormigón de limpieza, especialmente en terrenos arcillosos. Si no fuera posible, debe dejarse la excavación de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

El fondo de la excavación se nivelará bien para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

- Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie de la excavación se dispondrá una capa de hormigón de regularización, de baja dosificación, con un espesor mínimo de 10 cm creando una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y evitando, en el caso de suelos permeables, la penetración de la lechada de hormigón estructural en el terreno que dejaría mal recubiertos los áridos en la parte inferior. El nivel de enrase del hormigón de limpieza será el previsto en el proyecto para la base de las zapatas y las vigas riostras. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

El hormigón de limpieza, en ningún caso servirá para nivelar cuando en el fondo de la excavación existan fuertes irregularidades.

- Colocación de las armaduras y hormigonado.

La puesta en obra, vertido, compactación y curado del hormigón, así como la colocación de las armaduras seguirán las indicaciones de la EHE y de la subsección 3.3. Estructuras de hormigón.

Las armaduras verticales de pilares o muros deben enlazarse a la zapata como se indica en la norma NCSE-02.

Se cumplirán las especificaciones relativas a dimensiones mínimas de zapatas y disposición de armaduras del artículo 59.8 de la EHE: el canto mínimo en el borde de las zapatas no será inferior a 35 cm, si son de hormigón en masa, ni a 25 cm, si son de hormigón armado. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm.

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la EHE: si se ha preparado el terreno y se ha dispuesto una capa de hormigón de limpieza tal y como se ha indicado en este apartado, los recubrimientos mínimos serán los de la tabla 37.2.4 en función de la resistencia característica del hormigón, del tipo de elemento y de la clase de exposición, de lo contrario, si se hormigona la zapata directamente contra

el terreno el recubrimiento será de 7 cm. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de las zapatas, se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, según las indicaciones de los artículos 37.2.5 y 66.2 de la EHE. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior. Es conveniente colocar también separadores en la parte vertical de ganchos o patillas para evitar el movimiento horizontal de la parrilla del fondo.

La puesta a tierra de las armaduras, se realizará antes del hormigonado, según la subsección 5.3. Electricidad: baja tensión y puesta a tierra.

El hormigón se verterá mediante conducciones apropiadas desde la profundidad del firme hasta la cota de la zapata, evitando su caída libre. La colocación directa no debe hacerse más que entre niveles de aprovisionamiento y de ejecución sensiblemente equivalentes. Si las paredes de la excavación no presentan una cohesión suficiente se encofrarán para evitar los desprendimientos.

Las zapatas aisladas se hormigonarán de una sola vez.

En zapatas continuas pueden realizarse juntas de hormigonado, en general en puntos alejados de zonas rígidas y muros de esquina, disponiéndolas en puntos situados en los tercios de la distancia entre pilares.

En muros con huecos de paso o perforaciones cuyas dimensiones sean menores que los valores límite establecidos, la zapata corrida será pasante, en caso contrario, se interrumpirá como si se tratara de dos muros independientes. Además las zapatas corridas se prolongarán, si es posible, una dimensión igual a su vuelo, en los extremos libres de los muros.

No se hormigonará cuando el fondo de la excavación esté inundado, helado o presente capas de agua transformadas en hielo. En ese caso, sólo se procederá a la construcción de la zapata cuando se haya producido el deshielo completo, o bien se haya excavado en mayor profundidad hasta retirar la capa de suelo helado.

- Precauciones:

Se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar la protección de las cimentaciones contra los aterramientos, durante y después de la ejecución de aquellas, así como para la evacuación de aguas caso de producirse inundaciones de las excavaciones durante la ejecución de la cimentación evitando así aterramientos, erosión, o puesta en carga imprevista de las obras, que puedan comprometer su estabilidad.

Tolerancias admisibles

- Variación en planta del centro de gravedad de las zapatas aisladas:
2% de la dimensión de la zapata en la dirección considerada, sin exceder de 50 mm.
- Niveles:
cara superior del hormigón de limpieza: +20 mm; -50 mm;
cara superior de la zapata: +20 mm; -50 mm;
espesor del hormigón de limpieza: -30 mm.
- Dimensiones en planta:
zapatas encofradas: +40 mm; -20 mm;

zapatas hormigonadas contra el terreno:
dimensión < 1 m: +80 mm; -20 mm;
dimensión > 1 m y < 2.5 m.: +120 mm; -20 mm;
dimensión > 2.5 m: +200 mm; -20 mm.
- Dimensiones de la sección transversal: +5% □ 120 mm; -5% □ 20 mm.
- Planeidad:
del hormigón de limpieza: □16 mm;
de la cara superior del cimiento: □16 mm;
de caras laterales (para cimientos encofrados): □16 mm.

□ **Condiciones de terminación**

Las superficies acabadas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo frío, será necesario proteger la cimentación para evitar que el hormigón fresco resulte dañado. Se cubrirá la superficie mediante placas de poliestireno expandido bien fijadas o mediante láminas calorifugadas. En casos extremos puede ser necesario utilizar técnicas para la calefacción del hormigón.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo caluroso, debe iniciarse el curado lo antes posible. En casos extremos puede ser necesario proteger la cimentación del sol y limitar la acción del viento mediante pantallas, o incluso, hormigonar de noche.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

□ **Control de ejecución**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 por cada 1000 m^2 de planta.

Puntos de observación:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.4, se efectuarán los siguientes controles durante la ejecución:

- Comprobación y control de materiales.
- Replanteo de ejes:

Comprobación de cotas entre ejes de zapatas de zanjas.
Comprobación de las dimensiones en planta y orientaciones de zapatas.
Comprobación de las dimensiones de las vigas de atado y centradoras.

- Excavación del terreno:

Comparación terreno atravesado con estudio geotécnico y previsiones de proyecto.
Identificación del terreno del fondo de la excavación: compacidad, agresividad, resistencia, humedad, etc.
Comprobación de la cota de fondo.
Posición del nivel freático, agresividad del agua freática.
Defectos evidentes: cavernas, galerías, etc.
Presencia de corrientes subterráneas.
Precauciones en excavaciones colindantes a medianeras.

- Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación (en su caso).
Rasanteo del fondo de la excavación.
Colocación de encofrados laterales, en su caso.
Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.

Hormigón de limpieza. Nivelación.

No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.

- Colocación de armaduras:

Disposición, tipo, número, diámetro y longitud fijados en el proyecto.

Recubrimientos exigidos en proyecto.

Separación de la armadura inferior del fondo.

Suspensión y atado de armaduras superiores en vigas (canto útil).

Disposición correcta de las armaduras de espera de pilares u otros elementos y comprobación de su longitud.

Dispositivos de anclaje de las armaduras.

- Impermeabilizaciones previstas.
- Puesta en obra y compactación del hormigón que asegure las resistencias de proyecto.
- Curado del hormigón.
- Juntas.
- Posibles alteraciones en el estado de zapatas contiguas, sean nuevas o existentes.
- Comprobación final. Tolerancias. Defectos superficiales.

Ensayos y pruebas

Se efectuarán todos los ensayos preceptivos para estructuras de hormigón, descritos en los capítulos XV y XVI de la EHE y en la subsección 3.3. Estructuras de hormigón. Entre ellos:

- Ensayos de los componentes del hormigón, en su caso:

Cemento: físicos, mecánicos, químicos, etc. (según RC 03) y determinación del ion Cl- (artículo 26 EHE).

Agua: análisis de su composición (sulfatos, sustancias disueltas, etc.; artículo 27 EHE).

Áridos: de identificación, de condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas (artículo 28 EHE).

Aditivos: análisis de su composición (artículo 29.2.1 y 29.2.2, EHE).

- Ensayos de control del hormigón:

Ensayo de consistencia (artículo 83, EHE).

Ensayo de durabilidad: ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua (artículo 85, EHE).

Ensayo de resistencia (previos, característicos o de control, artículo 86, 87 y 88, EHE).

- Ensayos de control del acero, junto con el del resto de la obra:

Sección equivalente, características geométricas, doblado-desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento de rotura en armaduras pasivas (artículo 90, EHE).

Conservación y mantenimiento

Durante el período de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de la cimentación. Para ello, entre otras cosas, se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar su protección contra los aterramientos y para garantizar la evacuación de aguas, caso de producirse inundaciones,

ya que éstas podrían provocar la puesta en carga imprevista de las zapatas. Se impedirá la circulación sobre el hormigón fresco.

No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto.

En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que puedan ocasionar bajo las cimentaciones, así como la presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial.

Cuando se prevea alguna modificación que pueda alterar las propiedades del terreno, motivada por construcciones próximas, excavaciones, servicios o instalaciones, será necesario el dictamen de la dirección facultativa, con el fin de adoptar las medidas oportunas.

Asimismo, cuando se aprecie alguna anomalía, asientos excesivos, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, deberá procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno, su importancia y peligrosidad. En el caso de ser imputable a la cimentación, la dirección facultativa propondrá los refuerzos o recalces que deban realizarse.

No se harán obras nuevas sobre la cimentación que puedan poner en peligro su seguridad, tales como perforaciones que reduzcan su capacidad resistente; pilares u otro tipo de cargaderos que trasmitan cargas importantes y excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.

Las cargas que actúan sobre las zapatas no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para el que fueran proyectados, ni se almacenarán en ellos materiales que puedan ser dañinos para los hormigones. Cualquier modificación debe ser autorizada por la dirección facultativa e incluida en la documentación de obra.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Según CTE DB SE C, apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se comprobará que las zapatas se comportan en la forma establecida en el proyecto, que no se aprecia que se estén superando las presiones admisibles y, en aquellos casos en que lo exija el proyecto o la dirección facultativa, si los asientos se ajustan a lo previsto. Se verificará, asimismo, que no se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Aunque es recomendable que se efectúe un control de asientos para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas) será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, de forma que el resultado final de las observaciones quede incorporado a la documentación de la obra. Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.5, este sistema se establecerá según las condiciones que marca dicho apartado.

Seguridad y salud

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel.
Caídas a distinto nivel.
Atropellos por maquinaria.
Vuelcos de vehículos de obra.
Cortes, golpes y pinchazos.
Polvo ambiental.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Las maniobras de la maquinaria y camiones se dirigirán por personal distinto al conductor.

Cuando la grúa eleve la ferralla o el hormigón, el personal no estará bajo el radio de acción de la misma.

El perímetro de la excavación será cerrado al tránsito de personas.

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.
Guantes de cuero para manejo de ferralla.
Mono de trabajo.
Botas de agua.
Botas de seguridad.

2 Estructuras

2.1 Estructuras de acero

Descripción

Descripción

Elementos metálicos incluidos en pórticos planos de una o varias plantas, como vigas y soportes ortogonales con nudos articulados, semirrígidos o rígidos, formados por perfiles comerciales o piezas armadas, simples o compuestas, que pueden tener elementos de arriostramiento horizontal metálicos o no metálicos.

También incluyen:

- Estructuras porticadas de una planta usuales en construcciones industriales con soportes verticales y dinteles de luz mediana o grande, formados por vigas de alma llena o cerchas trianguladas que soportan una cubierta ligera horizontal o inclinada, con elementos de arriostramiento frente a acciones horizontales y pandeo.
- Las mallas espaciales metálicas de dos capas, formadas por barras que definen una retícula triangulada con rigidez a flexión cuyos nudos se comportan como articulaciones, con apoyos en los nudos perimetrales o interiores (de la capa superior o inferior; sobre elementos metálicos o no metálicos), con geometría regular formada por módulos básicos repetidos, que no soportan cargas puntuales de importancia, aptas para cubiertas ligeras de grandes luces.

Criterios de medición y valoración de unidades

Se especificarán las siguientes partidas, agrupando los elementos de características similares:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil.
- Kilogramo de acero en pieza soldada (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo soldadura.
- Kilogramo de acero en soporte compuesto (empresillado o en celosía) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo elementos de enlace y sus uniones.
- Unidad de nudo sin rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de nudo con rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación incluyendo anclajes y rigidizadores (si procede), y especificando tipo de placa (referencia a detalle).
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva especificando tipo de pintura (imprimación, manos intermedias y acabado), número de manos y espesor de cada

una.

- Metro cuadrado de protección contra fuego (pintura, mortero o aplacado) especificando tipo de protección y espesor; además, en pinturas igual que en punto anterior, y en aplacados sistema de fijación y tratamiento de juntas (si procede).

En el caso de mallas espaciales:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (abierto o tubo) especificando clase de acero y tipo de perfil; incluyendo terminación de los extremos para unión con el nudo (referencia a detalle).
- Unidad de nudo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos (si los hay).
- Unidad de nudo de apoyo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos o placa de anclaje (si los hay) en montaje a pie de obra y elevación con grúas.
- Unidad de acondicionamiento del terreno para montaje a nivel del suelo especificando características y número de los apoyos provisionales.
- Unidad de elevación y montaje en posición acabada incluyendo elementos auxiliares para acceso a nudos de apoyo; especificando equipos de elevación y tiempo estimado en montaje "in situ".
- Unidad de montaje en posición acabada.

En los precios unitarios de cada una, además de los conceptos expresados en cada caso, irá incluida la mano de obra directa e indirecta, obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares para acceso a la posición de trabajo y elevación del material, hasta su colocación completa en obra.

La valoración que así resulta corresponde a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aceros en chapas y perfiles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4, 19.5.1, 19.5.2)

Los elementos estructurales pueden estar constituidos por los aceros establecidos por las normas UNE EN 10025:2006 (chapas y perfiles), UNE EN 10210-1:1994 (tubos acabados en caliente) y UNE EN 10219-1:1998 (tubos conformados en frío).

Los tipos de acero podrán ser S235, S275 y S355; para los de UNE EN 10025:2006 y otras se admite también el tipo S450; según el CTE DB SE A, tabla 4.1, se establecen sus características mecánicas. Estos aceros podrán ser de los grados JR, J0 y J2; para el S355 se admite también el grado K2.

Si se emplean otros aceros en proyecto, para garantizar su ductilidad, deberá

comprobarse:

la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20,

el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial S0 medido sobre una longitud 5,65 $\sqrt{S_0}$ será superior al 15%,

la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% la correspondiente al límite elástico.

Para comprobar la ductilidad en cualquier otro caso no incluido en los anteriores, deberá demostrarse que la temperatura de transición (la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil) es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura.

Todos los aceros relacionados son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.).

Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) se deben definir los requisitos adicionales pertinentes.

- Tornillos, tuercas, arandelas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO; según el CTE DB SE A, tabla 4.3, se establecen sus características mecánicas. En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados se controlará el apriete.
- Materiales de aportación. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del metal base.

En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación debe ser equivalente a la del material base; cuando se suelden este tipo de aceros el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54.

Los productos especificados por UNE EN 10025:2006 deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma. El comprador debe especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a UNE EN 10204:2006 (tabla A.1). Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Los productos especificados por UNE EN 10210 y UNE EN 10219 deben ser suministrados después de haber superado los ensayos e inspecciones no específicos recogidos en EN 10021:1994 con una testificación de inspección conforme a la norma UNE EN 10204, salvo exigencias contrarias del comprador en el momento de hacer el pedido. Cada perfil hueco debe ser marcado por un procedimiento adecuado y duradero, como la aplicación de pintura, punzonado o una etiqueta adhesiva en la que se indique la designación abreviada (tipo y grado de acero) y el nombre del fabricante; cuando los productos se suministran en paquetes, el marcado puede ser indicado en una etiqueta

fijada sólidamente al paquete.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

- Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones.
- Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer que tipo de documento solicita, si es que requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto.
- Si el comprador solicita que la conformidad de los productos se compruebe mediante una inspección específica, en el pedido se concretará cual es el tipo de documento requerido: un certificado de inspección tipo 3.1 ó 3.2 según la norma UNE EN 10204, y si no está definido en la norma del producto: la frecuencia de los ensayos, los requisitos para el muestreo y la preparación de las muestras y probetas, los métodos de ensayo y, si procede, la identificación de las unidades de inspección

El proceso de control de esta fase debe contemplar los siguientes aspectos:

- En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.
- Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con la Parte I del presente Pliego, se tratarán como productos o materiales no conformes.
- Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos.
- Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una norma nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normas o recomendaciones de prestigio reconocido.
- Cuando haya que verificar las tolerancias dimensionales de los perfiles comerciales se tendrán en cuenta las siguientes normas:

serie IPN: UNE EN 10024:1995

series IPE y HE: UNE EN 10034:1994
serie UPN: UNE 36522:2001
series L y LD: UNE EN 10056-1:1999 (medidas) y UNE EN 10056-2:1994 (tolerancias)
tubos: UNE EN 10219:1998 (parte 1: condiciones de suministro; parte 2: tolerancias)
chapas: EN 10029:1991
Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas: soporte

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las “tolerancias en las partes adyacentes” indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles.

Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acuñadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán.

Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento portland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2. La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

Proceso de ejecución

- **Ejecución**

Operaciones previas:

Corte: se realizará por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual; se especificarán las zonas donde no es admisible material endurecido tras procesos de corte, como por ejemplo:

Cuando el cálculo se base en métodos plásticos.

A ambos lados de cada rótula plástica en una distancia igual al canto de la pieza.

Cuando predomine la fatiga, en chapas y llantas, perfiles laminados, y tubos sin costura.

Cuando el diseño para esfuerzos sísmicos o accidentales se base en la ductilidad de la estructura.

Conformado: el acero se puede doblar, prensar o forjar hasta que adopte la forma requerida, utilizando procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que las características del material no queden por debajo de los valores especificados; según el CTE DB SE A, apartado 10.2.2, los radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío serán los especificados en dicho apartado.

Perforación: los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente; se admite el punzonado en materiales de hasta 2,5 cm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

Ángulos entrantes y entallas: deben tener un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm.

Superficies para apoyo de contacto: se deben especificar los requisitos de planeidad y grado de acabado; la planeidad antes del armado de una superficie simple contrastada con un borde recto, no superará los 0,5 mm, en caso contrario, para reducirla, podrán

utilizarse cuñas y forros de acero inoxidable, no debiendo utilizarse más de tres en cualquier punto que podrán fijarse mediante soldaduras en ángulo o a tope de penetración parcial.

Empalmes: sólo se permitirán los establecidos en el proyecto o autorizados por la dirección facultativa, que se realizarán por el procedimiento establecido.

Soldeo:

Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo que figurará en los planos de taller, con todos los detalles de la unión, las dimensiones y tipo de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar.

Se consideran aceptables los procesos de soldadura recogidos por UNE EN ISO 4063:2000.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE EN 287-1:2004; cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

Las superficies y los bordes deben ser apropiados para el proceso de soldeo que se utilice; los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, y ser accesibles para el soldador; los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza; se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir enfriamiento en la zona térmicamente afectada por el calor.

Para cualquier tipo de soldadura que no figure entre los considerados como habituales (por puntos, en ángulo, a tope, en tapón y ojal) se indicarán los requisitos de ejecución para alcanzar un nivel de calidad análogo a ellos; según el CTE DB SE A, apartado 10.7, durante la ejecución de los procedimientos habituales se cumplirán las especificaciones de dicho apartado especialmente en lo referente a limpieza y eliminación de defectos de cada pasada antes de la siguiente.

Uniones atornilladas:

Según el CTE DB SE A, apartados 10.4.1 a 10.4.3, las características de tornillos, tuercas y arandelas se ajustarán a las especificaciones dichos apartados. En tornillos sin pretensar el “apretado a tope” es el que consigue un hombre con una llave normal sin brazo de prolongación; en uniones pretensadas el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes; según el CTE DB SE A, apartado 10.4.5, el control del pretensado se realizará por alguno de los siguientes procedimientos:

Método de control del par torsor.

Método del giro de tuerca.

Método del indicador directo de tensión.

Método combinado.

Según el CTE DB SE A, apartado 10.5, podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, hexagonales de inyección, o pernos de articulación, si se cumplen las especificaciones de dicho apartado.

Montaje en blanco. La estructura será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y su exacta configuración geométrica.

Recepción de elementos estructurales. Una vez comprobado que los distintos elementos estructurales metálicos fabricados en taller satisfacen todos los requisitos anteriores, se recepcionarán autorizándose su envío a la obra.

Transporte a obra. Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra, estudiando cuidadosamente los planos de taller para resolver los problemas de transporte y montaje que esto pueda ocasionar.

Montaje en obra:

Si todos los elementos recibidos en obra han sido recepcionados previamente en taller como es aconsejable, los únicos problemas que se pueden plantear durante el montaje son los debidos a errores cometidos en la obra que debe sustentar la estructura metálica, como replanteo y nivelación en cimentaciones, que han de verificar los límites establecidos para las "tolerancias en las partes adyacentes" mencionados en el punto siguiente; las consecuencias de estos errores son evitables si se tiene la precaución de realizar los planos de taller sobre cotas de replanteo tomadas directamente de la obra.

Por tanto esta fase de control se reduce a verificar que se cumple el programa de montaje para asegurar que todas las partes de la estructura, en cualquiera de las etapas de construcción, tienen arriostramiento para garantizar su estabilidad, y controlar todas las uniones realizadas en obra visual y geométricamente; además, en las uniones atornilladas se comprobará el apriete con los mismos criterios indicados para la ejecución en taller, y en las soldaduras, si se especifica, se efectuarán los controles no destructivos indicados posteriormente en el "control de calidad de la fabricación".

- **Tolerancias admisibles**

Los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial y necesarias para:

La validez de las hipótesis de cálculo en estructuras con carga estática.

Según el CTE DB SE A, apartado 11, se definen las tolerancias aceptables para edificación en ausencia de otros requisitos y corresponden a:

Tolerancias de los elementos estructurales.

Tolerancias de la estructura montada.

Tolerancias de fabricación en taller.

Tolerancias en las partes adyacentes.

- **Condiciones de terminación**

Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta:

Galvanización. Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO

1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique la Parte I del presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

Pintura. Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una sombra de color diferente.

Tratamiento de los elementos de fijación. Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

- **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

- Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento

Soldaduras: se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear; según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser (partículas magnéticas según UNE EN 1290:1998, líquidos penetrantes según UNE 14612:1980, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998); el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2004, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

Uniones mecánicas: todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; según el CTE DB SE A, apartado 10.8.5.1, en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en dicho apartado; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de

protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo

- Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

- **Ensayos y pruebas**

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por laboratorios oficiales o privados; los laboratorios privados, deberán estar acreditados para los correspondientes ensayos conforme a los criterios del Real Decreto 2200/1995, de 20 de diciembre, o estar incluidos en el registro general establecido por el Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra.

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en la Parte I del presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

Viabilidad y finalidad de la prueba.
Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.
Procedimientos de medida.
Escalones de carga y descarga.
Medidas de seguridad.
Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.
Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

<u>Seguridad y salud</u>

1. Riesgos laborales

Caídas de personas a distinto nivel y/o altura.
Caídas al mismo nivel.
Caídas de objetos manipulados o por desplome.
Golpes y cortes contra o con objetos y herramientas.
Atrapamiento por objetos pesados.
Vuelco de maquinaria y vehículos.
Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.
Proyección de fragmentos y partículas.
Quemaduras.
Contacto con la corriente eléctrica.
Exposición a radiaciones de soldadura u oxicorte.
Inhalación o ingestión de sustancias tóxicas o nocivas.
Ruido en la ejecución de taladros.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En caso de estructuras espaciales:

Los acopios de los elementos de la estructura deben hacerse en orden inverso al de su utilización.

Los trabajos se programarán de forma que nunca existan dos tajos abiertos en la misma vertical.

Para dirigir piezas de gran tamaño se utilizarán cuerdas guías sujetas a sus extremos.

Si se elevan elementos de gran superficie deben extremarse las precauciones en condiciones de fuertes vientos.

En caso de necesitar la preparación de apeos para la sustentación de la estructura, estos se realizarán con la antelación y protecciones adecuadas, contra posibles caídas tanto del apeo como del personal que las realiza.

Nunca se soltará el elemento a instalar hasta que su estabilidad se halle totalmente garantizada, perfectamente apeado, o sujeto al resto de la estructura.

Los gruístas serán personas perfectamente cualificadas, debiendo prestar especial atención a las cargas máximas autorizadas, no pasar cargas por encima de las personas, elevarlas siempre en vertical y no dar tirones de ellas.

En caso de estructuras porticadas:

Los perfiles y placas metálicas se recibirán sin rebabas de laminación o de cortes.

Todos los trabajos de colocación de soportes incluido la realización de taladros y fijación de tornillos se realizarán desde elementos auxiliares (plataformas fijas o elevadoras, andamios, castilletes, etc.) de forma que en ningún caso los operarios se hallen expuestos a riesgos de caída desde altura o a distinto nivel.

Esporádicamente dichos trabajos podrán realizarse desde escaleras de mano o mediante la utilización de cinturones de seguridad amarrados a un punto de anclaje seguro o cable fiador.

Los soportes se ubicarán “in situ”, empleando los medios auxiliares adecuados (grúas), o se empleará el número de operarios necesarios en función del peso del soporte (25 kg por persona).

El sistema de izado y colocación de los soportes garantizará en todo momento un equilibrio estable (antes y durante su colocación). Se evitará la permanencia de las personas bajo las cargas suspendidas.

En caso de tener que efectuar tareas de hormigonado, se tendrán en cuenta las medidas correspondientes de recibido y vertido del hormigón.

Las zonas donde puedan producirse caídas de objetos o chispas de soldadura, se señalizarán y delimitarán para evitar el paso de otros operarios.

La utilización de productos para la fijación de anclajes para los soportes (tornillos u otros elementos), se efectuará en todos los casos según los riesgos e instrucciones suministrados por el fabricante de dicho producto.

Las operaciones de taladrado de cimentaciones, pilares, etc. serán realizadas utilizando los operarios gafas de protección y auriculares antirruido.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en al Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizarán según el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5 y 8).

Protecciones colectivas

En caso de estructuras espaciales:

Las operaciones de fijación se realizarán como indica el Anejo 14.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en al Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizan como indica el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5, y 8).

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Calzado de seguridad.

Cinturones de seguridad.

Ropa de trabajo.

Manoplas, polainas, yelmo, pantalla de soldador y gafas para trabajar con soldadura.

Protección respiratoria para trabajos de pintura o imprimación.

Guantes de protección contra agresivos químicos caso de utilizar productos químicos para la fijación de anclajes de soportes.

Condiciones de recepción de productos

1. Condiciones generales de recepción de los productos

1.1. Código Técnico de la Edificación

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

7.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1;

b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2; y

c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

7.2.1. Control de la documentación de los suministros.

1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;

b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y

c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

7.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y

b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

7.2.3. Control de recepción mediante ensayos.

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén

afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

1.2. Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al marcado CE:

1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:

- sobre el producto, o
- en una etiqueta adherida al producto, o
- en el embalaje del producto, o
- en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
- en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).

2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE.

3 Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:

- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del marcado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

1.3. Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:

Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.

Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

b) Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.

Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que

emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

c) Control de recepción mediante ensayos:
Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

2. Relación de productos con marcado CE

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (*), que son los productos para los que se amplia la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

1.1. Acero

1.1.1. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde del 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 523:2005. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

1.1.2. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 10025-1:2005. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.1.3. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-1:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-4:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 4. Sistema de evaluación de la conformidad 2+.

1.1.4. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

1.2. Productos prefabricados de hormigón

1.2.1 Placas alveolares*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 1168:2006. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.2.2 Pilotes de cimentación*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12794:2005. Productos Prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+

1.2.3 Elementos nervados para forjados*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13224:2005/AC:2005. Productos prefabricados de hormigón - Elementos nervados para forjados. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.2.4 Elementos estructurales lineales*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.3. Apoyos estructurales

1.3.1. Apoyos elastoméricos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-3:2005. Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos. Sistema de

evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.2. Apoyos de rodillo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-4:2005. Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.3. Apoyos «pot»

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-5:2006. Apoyos estructurales. Parte 5: Apoyos «pot» Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.4. Apoyos oscilantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-6:2005. Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.5. Apoyos oscilantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-7:2004. Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.4. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón

1.4.1. Sistemas para protección de superficie

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas para protección de superficie. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.2. Reparación estructural y no estructural

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Parte 3: Reparación estructural y no estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.3. Adhesivos estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-4:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesivos estructurales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.4. Productos y sistemas de inyección del hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-5:2004. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

1.4.5. Anclajes de armaduras de acero

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-6:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad:

1/2+/3/4.

1.4.6. Protección contra la corrosión de armaduras

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-7:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.5. Estructuras de madera

1.5.1. Madera laminada encolada

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14080:2006. Estructura de madera. Madera laminada encolada. Requisitos. Sistema de evaluación de conformidad: 1.

1.5.2. Clasificación de la madera estructural con sección transversal rectangular

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14081-1:2006. Estructuras de madera. Clasificación de la madera estructural con sección transversal rectangular. Parte 1: especificaciones generales. Sistema de evaluación de conformidad 2+.

1.5.3. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14250:2005, Estructuras de madera. Requisitos de producto para elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada. Sistema de evaluación de conformidad: 2+.

1.5.4. Madera microlaminada (LVL)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE UNE-EN 14374:2005. Estructuras de madera. Madera microlaminada (LVL). Requisitos. Sistema de evaluación de conformidad: 1.

1.5.5. Vigas y pilares compuestos a base de madera

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 011. Vigas y pilares compuestos a base de madera. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

1.6. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 009. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

2. FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA

2.1. Piezas para fábrica de albañilería

2.1.1. Piezas de arcilla cocida*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 771-1:2003/A1:2006. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

2.1.2. Piezas silicocalcáreas*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 771-2:2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 2: Piezas

silicocalcáreas. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

2.1.3. Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 771-3. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 3: bloques de hormigón (con áridos densos y ligeros). Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

2.1.4. Bloques de hormigón celular curado en autoclave*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 771-4:2004/A1 2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 4. Bloques de hormigón celular curado en autoclave. Sistemas de evaluación de conformidad: 2+/4.

2.1.5. Piezas de piedra artificial*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 771-5:2005/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Piezas de piedra artificial. Sistemas de evaluación de conformidad: 2+/4.

2.1.6. Piezas de piedra natural*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 771-6:2006. Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 6: Piezas de piedra natural. Sistemas de evaluación de conformidad: 2+/4.

2.2. Componentes auxiliares para fábricas de albañilería

2.2.1. Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 845-1:2005. Componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

2.2.2. Dinteles

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 845-2:2004. Componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Dinteles. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

2.2.3. Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 845-3:2004. Componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

3. AISLANTES TÉRMICOS

3.1. Productos manufacturados de lana mineral (MW)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13162:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.2. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13163:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.3. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13164:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos

manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.4. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13165:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.5. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13166:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.6. Productos manufacturados de vidrio celular (CG)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13167:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.7. Productos manufacturados de lana de madera (WW)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13168:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana de madera (WW). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.8. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13169:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.9. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13170:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.10. Productos manufacturados de fibra de madera (WF)*

Marcado CE obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13171:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de fibra de madera (WF). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.11. Productos in-situ de agregado ligero de arcilla expandida aligerada (LWA)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14063-1:2005. Productos y materiales aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos in-situ de agregado ligero de arcilla expandida aligerada (LWA). Parte 1: Especificación de los productos a granel antes de su instalación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

3.12. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14316-1:2005. Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3 /4.

3.13. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por vermiculita exfoliada (EV)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE UNE-EN 14317-1:2005.Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por vermiculita exfoliada (EV). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3 /4.

3.14. Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco

Guía DITE Nº 004. Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

3.15. Anclajes de plástico para fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 014. Anclajes de plástico para fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

3.16. Kits para elementos prefabricados para aislamiento térmico exterior en muros (vetures)

Norma de aplicación: Guía DITE nº 017. Kits para elementos prefabricados para aislamiento térmico exterior en muros (vetures). Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

4. IMPERMEABILIZACIÓN

4.1. Láminas flexibles para la impermeabilización

4.1.1. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13707:2005. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

4.1.2. Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13859:2006. Láminas flexibles para la impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 1: Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.1.3. Capas base para muros*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación:

UNE-EN 13859-2:2004. Láminas flexibles para la impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Capas base para muros. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.1.4. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de julio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13956:2006. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

4.1.5. Membranas aislantes de plástico y caucho

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13967:2005. Láminas flexibles para impermeabilización. Membranas aislantes de plástico y caucho incluyendo las membranas de plástico y caucho para el basamento de tanques. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

4.1.6. Membranas bituminosas aislantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13969:2005. Láminas flexibles para impermeabilización. Membranas bituminosas aislantes incluyendo las membranas bituminosas para el basamento de tanques. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

4.1.7. Láminas bituminosas para el control del vapor de agua*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13970:2004. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas para el control del vapor de agua. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.1.8. Capas base de plástico y de caucho para el control del vapor de agua

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13984:2005. Láminas flexibles para impermeabilización. Capas base de plástico y de caucho para el control del vapor de agua. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.1.9. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14909:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.1.10.Barreras anticapilaridad bituminosas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 149067:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad bituminosas. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

4.2. Sistemas de impermeabilización de cubiertas

4.2.1. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida

Guía DITE Nº 005. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

4.2.2. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles

fijadas mecánicamente

Guía DITE Nº 006. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

4.3. Geotextiles y productos relacionados

4.3.1. Uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13251:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.2. Uso en sistemas de drenaje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13252:2001/ Erratum:2002/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en sistemas de drenaje. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.3. Uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13253:2001/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.4. Uso en los vertederos de residuos sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13257:2001/ AC:2003/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.5. Uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13265:2001/ AC:2003/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.4. Placas

4.4.1 Placas bituminosas con armadura sintética y/o mineral

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 544:2006. Placas bituminosas con armadura sintética y/o mineral. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3 /4.

4.4.2 Placas onduladas bituminosas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 534:2007. Placas onduladas bituminosas. Especificaciones de productos y métodos de ensayo. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 / 3 /4.

1.1.ACERO PARA EL ARMADO DEL HORMIGÓN

Armaduras pasivas de acero para su colocación en hormigón para uso estructural, de sección transversal circular o prácticamente circular, suministrado como producto acabado en forma de:

- Barras corrugadas, rollos (laminados en caliente o en frío) y productos enderezados.
- Paneles de mallas electrosoldados fabricados mediante un proceso de producción en serie en instalación fija.
- Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE:

Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 10080:2006. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

Sistemas de evaluación de la conformidad: 1+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Soldabilidad y composición química.
b. Propiedades mecánicas (tracción máxima, límite elástico, carga de despegue en uniones soldadas, o atadas, resistencia a fatiga, aptitud al doblado).
c. Dimensiones, masa y tolerancia.
d. Adherencia y geometría superficial

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento (EHE) y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Ensayos regulados, según condiciones del marcado CE (normas UNE-EN) que pueden estar especificados:

Barras, rollos y productos enderezados (según EN ISO15630-1)

a. Ensayo de tracción
b. Ensayo de doblado
c. Ensayo de fatiga por carga axial
d. Medición de la geometría superficial
e. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
f. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro
g. Análisis químico

Mallas electrosoldadas (según EN ISO15630-2)

a. Ensayo de tracción
b. Determinación de la carga de despegue en las uniones
c. Ensayo de fatiga por carga axial

d. Análisis químicos

Mallas electrosoldadas (según EN ISO15630-1)

a. Medición de la geometría superficial
b. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
c. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro

Armadura básica electrosoldada en celosía (según EN ISO15630-1)

a. Ensayo de tracción
b. Medición de la geometría superficial
c. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
d. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro
e. Análisis químico

Armadura básica electrosoldada en celosía (según anejo B UNE EN 10080:2006)

a. Determinación de la carga de despegue en las uniones soldadas o atadas.

1.2.1. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PLACAS ALVEOLARES

Placas alveolares prefabricadas, por extrusión, encofrado deslizante o moldeo, para uso en forjados y cubiertas, hechas de hormigón pretensado o armado de densidad normal, de las siguientes dimensiones:

- Elementos pretensados: canto máximo: 450 mm, anchura máxima: 1200 mm.
- Elementos armados: canto máximo: 300 mm, anchura máxima sin armadura transversal: 1200 mm, anchura máxima con armado transversal: 2400 mm.

Las placas tienen canto constante, y se dividen en una placa superior e inferior (también denominadas alas), unidas por almas verticales, formando alveolos como huecos longitudinales en la sección transversal, que es constante y presente un eje vertical simétrico.

Son placas con bordes laterales provistos con un perfil longitudinal para crear una llave a cortante, para transferir el esfuerzo vertical a través de las juntas entre piezas contiguas. Para el efecto diafragma, las juntas tienen que funcionar como juntas horizontales a cortante.

Las placas se pueden usar actuando de forma conjunta con una capa de compresión estructural moldeada in situ sobre la pieza, distinguiéndose así dos tipos de forjados:

- Forjado de placa alveolar: que es el forjado hecho con placas alveolares después del macizado de las juntas.
- Forjado de placa alveolar compuesto: que es el forjado de placas alveolar complementado con una capa de compresión in situ.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: obligatorio a partir del 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 1168:2006. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos

exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm^2.
b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm^2.
c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).
d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).
e. Aislamiento al ruido aéreo y transmisión del ruido por impacto: propiedades acústicas, en dB.
f. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm, y documentación técnica (datos de construcción tales como medidas, tolerancias, disposición de la armadura, recubrimiento del hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales previstas y condiciones de elevación).
g. Condiciones de durabilidad.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados sobre el producto terminado que pueden estar especificados:

Comprobación del modelo de diseño para la resistencia a cortante. Deslizamiento inicial de los cordones. Sección transversal y longitudinal: medidas. Fisuras de agrietamiento, por inspección visual. Recubrimiento de hormigón, medido en bordes. Rugosidad para la resistencia a cortante. Agujeros de drenaje, en los lugares especificado. Resistencia del hormigón, sobre testigos extraídos del producto: resistencia a compresión o resistencia al agrietamiento por tracción. Otros ensayos regulados en la norma europea EN 13369:2004.

1.2.2. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PILOTES DE CIMENTACIÓN

Pilotes de cimentación producidos en planta como elementos de hormigón armado o pretensado, fabricados en una sola pieza o en elementos con juntas integradas en el proceso de moldeo. La sección transversal puede ser sólida o de núcleo hueco, bien prismática o bien cilíndrica. Puede asimismo ser constante a lo largo de toda la longitud del pilote o disminuir parcial o totalmente a lo largo del mismo o de sus secciones longitudinales.

Los pilotes contemplados en la norma UNE-EN 12794:2006 se dividen en las clases siguientes:

Clase 1: Pilotes o elementos de pilote con armadura distribuida y/o armadura de pretensado con o sin pie de pilote agrandado.

Clase 2: Pilotes o elementos de pilote con armadura compuesta por una única barra situada en el centro

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE:
- Obligatorio a partir del 1 de enero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12794:2005. Productos Prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.
- Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: El símbolo del marcado CE irá acompañado por el número de identificación del organismo de certificación, el nombre o marca comercial, los dos últimos dígitos del año, el número de certificado de conformidad CE, referencia a esta norma, la descripción del producto (nombre, material, dimensiones y uso previsto), la clase del pilote, la clasificación de las juntas para pilotes compuestos por elementos e información sobre las características esenciales.

Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia a compresión del hormigón (N/mm2)

b. Resistencia última a tracción y límite elástico del acero (armado o pretensado), (N/mm2)

c. Propiedades geométricas:

c.1. Tolerancias de fabricación (mm)

- rectitud del eje del fuste del pilote
- desviación de las secciones transversales
- desviación angular
- posición del acero de armado y pretensado (según la clase)
- recubrimiento de la armadura.

c.2. Dimensiones mínimas

- factor de forma (según la clase)
- dimensiones del pie agrandado

c.3. Juntas del pilote

c.4. Zapata del pie

- desviación del eje central
- desviación angular

d. Resistencia mecánica (por cálculo), (KNm, KN, KN/m)).

e. Durabilidad:

e.1. Contenido mínimo de cemento

e.2. Relación máxima agua/cemento

e.3. Contenido máximo de cloruros (%)

e.4. Contenido máximo de álcalis

e.5. Protección del hormigón recién fabricado contra la pérdida de humedad

e.6. Resistencia mínima del hormigón

e.7. Recubrimiento mínimo del hormigón y calidad del hormigón del recubrimiento

e.8. Integridad

f. Rigidez de las juntas del pilote (clase).

La resistencia mecánica puede especificarse mediante tres métodos que seleccionará el fabricante con los criterios que se indican:

Método 1: mediante la declaración de datos geométricos y propiedades de los materiales, aplicable a productos disponibles en catálogo o en almacén.

Método 2: declaración del valor de las propiedades del producto (resistencia a la compresión axial para algunas excentricidades, resistencia a la tracción axial, esfuerzo cortante resistente de las secciones críticas, coeficientes de seguridad del material empleados en el cálculo, aplicable a productos prefabricados con las propiedades del producto declaradas por el fabricante.

Método 3: mediante la declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas, aplicable a los casos restantes.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

La conformidad del producto con los requisitos pertinentes de esta norma puede ser evaluada mediante ensayos de recepción de una partida de la entrega. Si la conformidad ha sido evaluada mediante ensayos de tipo inicial o mediante un control de producción en fábrica incluido la inspección del producto, no es necesario un ensayo de recepción.

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Ensayos del hormigón: resistencia a compresión, absorción de agua, densidad seca del hormigón.

Medición de dimensiones y características superficiales: medición de la perpendicularidad de la corona del pilote y de la base del pilote respecto a su eje.

Peso de los productos.

Ensayos de carga hasta las condiciones límites de diseño, sobre muestras a escala real para verificar la resistencia mecánica.

Verificación de la rigidez y robustez de las juntas de los pilotes mediante un ensayo de choque seguido de un ensayo de flexión.

1.2.3. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS PARA FORJADOS NERVADOS

Elementos prefabricados para forjados nervados fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en forjados o tejados. Los elementos constan de una placa superior y uno o más (generalmente dos) nervios que contienen la armadura longitudinal principal; también, pueden constar de una placa inferior y nervios transversales.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13224:2005/AC:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos nervados para forjados. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento

y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm^2.
b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm^2.
c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).
d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).
e. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm, y documentación técnica (datos geométricos y propiedades de los materiales insertos, incluidos los datos de construcción tales como dimensiones, tolerancias, disposición de las armaduras, recubrimiento del hormigón, características superficiales (cuando sea pertinente), condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y condiciones del levantamiento).
f. Condiciones de durabilidad.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Los ensayos sobre el producto terminado están regulados en la norma europea EN 13369:2004.

1.2.4. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS ESTRUCTURALES LINEALES

Elementos prefabricados lineales , tales como columnas, vigas y marcos, de hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en la construcción de estructuras de edificios y otras obras de ingeniería civil, a excepción de los puentes.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm^2.

b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm^2.

c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).

d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).

e. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm y documentación técnica (datos geométricos y propiedades de los materiales insertos, incluidos los datos de construcción tales como dimensiones, tolerancias, disposición de las armaduras, recubrimiento del hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y condiciones del levantamiento).

f. Condiciones de durabilidad frente a la corrosión.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Los ensayos sobre el producto terminado están regulados en la norma europea EN 13369:2004.

Anejo 1: Relación de Normativa Técnica de aplicación en los proyectos y en la ejecución de obras

En este apartado se incluye una relación no exhaustiva de la normativa técnica de aplicación a la redacción de proyectos y a la ejecución de obras de edificación. Esta relación se ha estructurado en dos partes en correspondencia con la organización del presente Pliego: Parte I. Unidades de obra y Parte II. Productos. A su vez la relación de normativa de Unidades de obra se subdivide en normativa de carácter general, normativa de cimentación y estructuras y normativa de instalaciones.

Normativa de Unidades de obra

Normativa de carácter general

Ordenación de la edificación
Ley 38/1999, de 5-NOV, de la Jefatura del Estado
BOE. 6-11-99

Real Decreto 314/2006. 17/03/2006. Ministerio de la Vivienda. Código Técnico de la Edificación. BOE 28/03/2006.

Orden 09/06/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre el Libro de Órdenes y Asistencias en obras de edificación. BOE 17/06/1971.

Decreto 462/1971. 11/03/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación. BOE 24/03/1971. *Desarrollada por Orden 9-6-1971.

Orden 19/05/1970. Ministerio de la Vivienda. Libro de Órdenes y Visitas en Viviendas de Protección Oficial. BOE 26/05/1970.

Ley 28/2005. 26/12/2005. Jefatura del Estado. Medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco. BOE 27/12/2005.

Real Decreto 865/2003. 04/07/2003. Ministerio de Sanidad y Consumo. Establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE 18/07/2003.

Real Decreto 3484/2000. 29/12/2000. Presidencia de Gobierno. Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas. De aplicación en restaurantes y comedores colectivos. BOE 12/01/2001.

Real Decreto 2816/1982. 27/08/1982. Ministerio del Interior. Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas. BOE 06/11/1982.

Orden 15/03/1963. Ministerio de la Gobernación. Instrucciones complementarias al Reglamento Regulador de Industrias Molestas, Insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto 2414/1961. BOE 02/04/1963.

Decreto 2414/1961. 30/11/1961. Presidencia de Gobierno. Reglamento de Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. BOE 07/12/1961.

Real Decreto 1634/1983. 15/06/1983. Ministerio de Transportes, Turismo y

Comunicación. Ordenación de los establecimientos hoteleros. BOE 17/06/1983.

Real Decreto 2877/1982. 15/10/1982. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicación. Ordenación de apartamentos y viviendas vacacionales. BOE 09/11/1982.

Orden 31/03/1980. Ministerio de Comercio y Turismo. Modifica la Orden de 25-9-79 (BOE 20/10/1979), sobre prevención de incendios en alojamientos turísticos. BOE 10/04/1980.

Orden 03/03/1980. Ministerio de Obras Públicas. Características de accesos, aparatos elevadores y acondicionamiento interior e las Viviendas de Protección Oficial destinadas a minusválidos. BOE 18/03/1980.

Real Decreto 355/1980. 25/01/1980. Ministerio de Obras Públicas. Reserva y situación de las Viviendas de Protección Oficial destinadas a minusválidos. BOE 28/02/1980.

Real Decreto 3148/1978. 10/11/1978. Ministerio de Obras Públicas. Desarrollo del Real Decreto-Ley 31/1978 (BOE 08/11/1978), de 31 de octubre, sobre construcción, financiación, uso, conservación y aprovechamiento de Viviendas de Protección Oficial. BOE 16/01/1979.

Real Decreto 505/2007. 20/04/2007. Ministerio de la Presidencia. Aprueba las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. BOE 11/05/2007.

Ley 51/2003. 02/12/2003. Jefatura del Estado. Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. BOE 03/12/2003.

Real Decreto 556/1989. 19/05/1989. Ministerio de Obras Públicas. Medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. BOE 23/05/1989.

Real Decreto 1513/2005. 16/12/2005. Ministerio de la Presidencia. Desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17/12/2005.

Sentencia 19/01/2004. Consejo Superior de los Colegios de España. Confirma el informe “Comentarios sobre el aislamiento acústico en edificación”, según la NBE-CA-88, elaborado por el Consejo Superior y el CAT del COA Vasco-Navarro.

Ley 37/2003. 17/11/2003. Jefatura del Estado. Ley del Ruido. *Desarrollada por Real Decreto 1513/2005. BOE 18/11/2003.

Contaminación acústica. Real Decreto 1513/2005, de 16 diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17-12-05.

Orden 29/09/1988. Ministerio de Obras Públicas. NBE-CA-88. Modifica la NBE-CA-82, sobre condiciones acústicas en los edificios. BOE 08/10/1988.

Norma Básica de la edificación "NBE-CA-88" condiciones acústicas de los edificios
Orden de 29-09-88, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo BOE. 8-10-88
Aprobada inicialmente bajo la denominación de:
Norma "NBE-CA-81" sobre condiciones acústicas de los edificios
Real Decreto 1909/1981, de 24-07, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE.: 7-09-81
Modificada pasando a denominarse Norma "NBE-CA-82" sobre condiciones acústicas de los edificios
Real Decreto 2115/1982, de 12-08, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 3-09-82
Corrección errores: 7-10-82
Sentencia de 9 de enero de 2004, del Juzgado de Primera Instancia nº 9 de Bilbao, que confirma el informe "Comentarios sobre el aislamiento acústico en edificación, según la NBE-CA-88" elaborado por el Consejo Superior y el CAT del COA Vasco-Navarro.

Normativa de cimentación y estructuras

Norma de Construcción Sismorresistente: parte General y Edificación. NCSE-02. Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. (Deroga la NCSE-94. Es de aplicación obligatoria a partir del 11 de octubre de 2004) BOE 11-10-02.

Instrucción de Hormigón Estructural "EHE". Real Decreto 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento. BOE 13-01-99

Modificada por:
Modificación del R.D. 1177/1992, de 2-10, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón y el R.D. 2661/1998, de 11-12, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)
Real Decreto 996/1999, de 11-06, del Ministerio de Fomento. BOE 24-06-99.

Criterios de aplicación del artículo 1º de la EHE. Acuerdo de la Comisión Permanente del Hormigón, de 28 de octubre de 1999.

Armaduras activas de acero para hormigón pretensado.
BOE 305. 21.12.85. Real Decreto 2365/1985, de 20 de noviembre, del Mº de Industria y Energía.

Criterios para la realización de control de producción de los hormigones fabricados en central.
BOE 8. 09.01.96. Orden de 21 de diciembre de 1995, del Mº de Industria y Energía.
BOE 32. 06.02.96. Corrección de errores
BOE 58. 07.03.96. Corrección de errores

Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.
Real Decreto 1630/1980, de 18-JUL, de la Presidencia del Gobierno. BOE 8-08-80

Modificado por:
Modificación de fichas técnicas a que se refiere el Real Decreto anterior sobre autorización de uso para la fabricación y empleo de elementos resistentes de pisos y cubiertas
Ordende 29-11-89, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 16-12-89.
Modificación. Resolución de 6 de noviembre de 2002. BOE 2-12-02.

Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados. Resolución de 30-01-97, del Ministerio de Fomento. BOE 6-03-97.

Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE). Real Decreto 642/2002, de 5 de julio, del Ministerio de Fomento. BOE 6-8-02. * Corrección de errores BOE 30-11-06.

Normativa de instalaciones

Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua.
BOE 236. 02.10.74. Orden de 28 de julio de 1974 del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
BOE 237. 03.10.74.
BOE 260. 30.10.74. Corrección de errores.

Contadores de agua fría.
BOE 55. 06.03.89. Orden de 28 de diciembre de 1988 del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.

Contadores de agua caliente.
BOE 25. 30.01.89. Orden de 30 de diciembre de 1988, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
Ministerio de la Presidencia. BOE 21-2-03. Corrección de errores BOE 4-3-03

(incorporada en el texto de la disposición). (Deroga el Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre).

Real Decreto 2116/1998. 02/10/1998. Ministerio de Medio Ambiente. BOE 20/10/1998. Modifica el Real Decreto 509/1996, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, que establece las normas aplicables de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Real Decreto 509/1996. 15/03/1996. Ministerio de Obras Públicas. Desarrolla el Real Decreto-ley 11/1995, de 28-12-1995, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. BOE 29/03/1996. *Modificado por R.D. 2116/98.

Real Decreto Ley 11/1995. 28/12/1995. Jefatura del Estado. Normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. BOE 30/12/199. *Desarrollado por R.D. 509/96. 5.

Orden 15/09/1986. Ministerio de Obras Públicas. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las tuberías de saneamiento de poblaciones. BOE 23/09/1986.

Reglamento de aparatos elevadores para obras.
BOE 141. 14.06.77. Orden de 23 de mayo de 1977 del Mº de Industria.
BOE 170. 18.07.77. Corrección de errores.
BOE 63. 14.03.81. Modificación art. 65.
BOE 282. 25.11.81. Modificación cap. 1º. Título 2º.
BOE 50. 29.04.99. Modificación art. 96.

Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos (sólo están vigentes los artículos 10 a 15, 19 y 23). Real Decreto 2291/1985, de 8-11, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 11-12-85.

Instrucción técnica complementaria ITC-MIE-AEM 1, referente a ascensores electromecánicos. Orden de 23-09-87, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 6-10-87. Corrección errores: 12-05-88.
Modificada por:
Modificación de la ITC-MIE-AEM 1, referente a ascensores electromecánicos
Orden de 12-09-91, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. BOE 17-09-91. Corrección errores: 12-10-91.

Prescripciones técnicas no previstas en la ITC-MIE-AEM 1, del Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos
Resolución de 27-04-92, de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. BOE 15-05-92.

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. Real Decreto 1314/1997 de 1-08-97, del Ministerio de

Industria y Energía. BOE 30-09-97. Corrección errores: 28-07-98.

Autorización para la instalación de ascensores sin cuarto de máquinas. Resolución de 3 de abril de 1997, Dirección General Tecnología y Seguridad Industrial. BOE 23 -4-97.

Autorización de la instalación de ascensores con máquinas en foso.
BOE 230. 25.09.98. Resolución de 10 de septiembre de 1998, del Mº de Industria y Energía.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones. Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 17-7-03. BOE 23-1-04. Corrección de errores.

Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referentes a Grúas móviles autopropulsadas, Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 17-7-03.

Prescripciones para el incremento de la seguridad del parque de ascensores existente. Real Decreto 57/2005, de 21 de enero, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. BOE 4-2-05.

Antenas parabólicas. Real Decreto 1201/1986, de 6 de junio del Mº de Trabajo, Turismo y Comunicaciones BOE 25 -6-86.

Delimitación del Servicio Telefónico Básico. Real Decreto 1647/1994, de 22 de julio del MOPTMA BOE 7 -9-94.

Especificaciones técnicas del Punto de Conexión de Red Telefónica e Instalaciones Privadas. Real Decreto 2304/1994, de 2 de diciembre del MOPTMA BOE 22 -12-94.

Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones. Real Decreto de 27-FEB, de la Jefatura del Estado. BOE 28-FEB-98.

Ley General de Telecomunicaciones. LEY 11/1998, de 24 de abril <http://www.derecho.com/xml/disposiciones/min/disposicion.xml?id_disposicion=42066&desde=min>. (Ley derogada por la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones; excepto sus disposiciones adicionales quinta, sexta y séptima, y sus disposiciones transitorias sexta, séptima y duodécima).

Instalación de inmuebles de sistemas de distribución de la señal de televisión por cable. Decreto 1306/1974, de 2 de mayo, de la Presidencia del Gobierno. BOE 116. 15-05-74.

Regulación del derecho a instalar en el exterior de los inmuebles las antenas de las estaciones radioeléctricas de aficionados. Ley 19/1983, de 16 de noviembre, de la Jefatura del Estado. BOE 283. 26-11-83.

Especificaciones técnicas del punto de terminación de red de la red telefónica conmutada y los requisitos mínimos de conexión de las instalaciones privadas de abonado. Real Decreto 2304/1994, de 2 de diciembre, del Mº de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. BOE 305. 22.12.94.

Reglamento de condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, del Ministerio de la Presidencia. BOE 29-9-01. Corrección de errores BOE 26-10-01.

Ley General de Telecomunicaciones. Ley 32/2003, de 3 de noviembre BOE <http://www.boe.es> 264 corrección de errores. BOE 68, de 19-03-2004.

Reglamento Regulador de las infraestructuras comunes de Telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Real Decreto 401/2003, de 4 de abril del Mº de Ciencia y Tecnología. BOE 14-5-03.

Desarrollo del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicación para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, aprobado por Real Decreto 401/2003, de 4 de abril. Orden CTE/1296/2003, de 14 de mayo, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 27-5-03.

Establece el procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre y se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicación en el interior de los edificios. Orden ITC/1077/2006, de 6 de abril, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. BOE 13-4-06.

Real Decreto 47/2007. 19/01/2007. Presidencia de Gobierno. Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. BOE 31/01/2007.

Orden ITC/71/2007. 22/01/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares. BOE 26/01/2007.

Real Decreto 1218/2002. 22/11/2002. Ministerio de la Presidencia. Modifica el R.D.

1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. BOE 03/12/2002.

Real Decreto 1751/1998. 31/07/1998. Ministerio de la Presidencia. RITE. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios e Instrucciones Térmicas Complementarias-ITE.

Instalaciones térmicas no industriales. Ventilación y evacuación de humos, chimeneas. Climatización de piscinas. BOE 05/08/1998.

Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles. Decreto 2913/1973, de 26 de octubre, del Mº de Industria. BOE 21-11-73
Complementación del Art. 27º. BOE 21 -5-75
Modificación AP 5.4. BOE 20-2- 84

Reglamentos de Aparatos a Presión. Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril, del Mº de Industria y Energía BOE 29 -5-79. Corrección de errores. BOE 28-6-79.
Modificación. BOE 12-3- 82
Modificación. BOE 28-11-90

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP- 2, referente a tuberías para fluidos relativos a calderas Orden de 6 de octubre del M° de Industria y Energía. BOE 4 -11-80.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-1, referente a calderas. Orden de 17 de marzo del M° de Industria y Energía. BOE 8 -4-81. Corrección de errores. BOE 22 -12-81.
Modificación. BOE 13 -4-85

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-7, referente a botellas y botellones de gas. Orden de 1 de septiembre del M° de Industria y Energía. BOE 12 -11-82.
Corrección de errores BOE 2 -5-83.
Modificación BOE 22 -7-83. Corrección de errores BOE 27 -10-85
Corrección de errores BOE 10-4-85. Corrección de errores BOE 29 -6-85

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-12, referente a calderas de agua caliente. Orden de 31 de mayo del M° de Industria y Energía. BOE 20 -6-85. Corrección de errores BOE 12 -8-85.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-11, referente a aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente. Orden de 31 de mayo del M° de Industria y Energía. BOE 21 -6-85. Corrección de errores. BOE 13 -8-85.

Declaración de obligado cumplimiento de las especificaciones técnicas de equipos

frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el M° de Industria y Energía. Real Decreto 2643/1985 de 18 de diciembre, del M° de Industria y Energía. BOE 24 -1-86.
Corrección de errores BOE 14 -2- 86
Modificación Art. 4 º y 5º. BOE 28 -5-87

Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, del Mº de Industria y Energía BOE 25 -5-88. Corrección de errores BOE 21 -7-88.

Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de Aparatos que Utilizan Gas como Combustible. Orden de 7 de junio de 1988 del Mº de Industria y Energía BOE 20 -6-88.
Modificación MIE-AG 1, 2. BOE 29 -11-88
Publicación ITC-MIE-AG10, 15, 16, 18 y 20. BOE 27 -12-88

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-17, referente a instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido. Orden de 28 de junio del M° de Industria y Energía. BOE 8 -7-88.
Corrección de errores BOE 4 -10-88

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-13, referente a intercambiadores de calor de placas. Orden de 11 de octubre del M° de Industria y Energía. BOE 21 -10-88.

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas sobre aparatos de Gas. Real Decreto 1428/1992, de 27 de Noviembre, del Mº de Industria, Comercio y Turismo. BOE 5 -12-92.
Corrección de errores BOE 23-1-93 y BOE 27-1-93.
Modificación. BOE 27-3-98

Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles. Orden de 17-12-85, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 9-01-86.
Corrección errores: 26-04-86

Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos. Orden de 29-01-86, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 22-02-86.
Corrección errores: 10-06-86

Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones "MIG". Orden de 18-11-74, del Ministerio de Industria. BOE 6-12-74.
Modificado por:
Modificación de los puntos 5.1 y 6.1 del reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones "MIG".

Orden de 26-10-83, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 8-11-83.
Corrección errores: 23-07-84

Modificación de las Instrucciones técnicas complementarias ITC-MIG-5.1, 5.2, 5.5 y 6.2. del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. Orden de 6-07-84, del Ministerio de Industria y Energía. BOE. 23-07-84.

Modificación del apartado 3.2.1. de la Instrucción técnica complementaria ITC- MIG 5.1. Orden de 9-03-94, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 21-03-94.

Modificación de la Instrucción técnica complementaria ITC- MIG-R 7.1. y ITC-MIG-R 7.2. del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. Orden de 29-05-98, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 11-06-98.

Instrucción técnica complementaria MI-IP 03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio". Real Decreto 1427/1997, de 15-09, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 23-10-97.
Corrección errores: 24-01-98
Modificada por:
Modificación del Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por R.D. 2085/1994, de 20-10, y las Instrucciones Técnicas complementarias MI-IP-03, aprobadas por el R.D. 1427/1997, de 15-09, y MI-IP-04, aprobada por el R.D. 2201/1995, de 28-12.
Real Decreto 1523/1999, de 1-10, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 22-10-99.

Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
BOE 291. 06.12.77. Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, del Mº de Industria y Energía.
BOE 9. 11.01.78. Corrección de errores.
BOE 57. 07.03.79. Modificación art. 3º, 28º, 29º, 30º, 31º y Disp. Adicional 3̃.
BOE 101. 28.04.81. Modificación art. 28º, 29º y 30º.

Instrucciones complementarias MI-IF con arreglo a lo dispuesto en el reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
BOE 29. 03.02.78. Orden de 24 de enero de 1978, del Mº de Industria y Energía.
BOE 112. 10.05.79. Modificación MI-IF 007 y 014.
BOE 251. 18.10.80. Modificación MI-IF 013 y 014.
BOE 291. 05.12.87. Modificación N MI-IF 004.
BOE 276. 17.11.92. Modificación MI-IF 005.
BOE 288. 02.12.94. Modificación MI-IF 002, 004, 009 y 010.
BOE 114. 10.05.96. Modificación MI-IF 002, 004, 008, 009 y 010.
BOE 60. 11.03.97. Modificación Tabla I MI-IF 004.
BOE 10. 12.01.99. Modificación MI-IF 002, MI-IF 004 y MI-IF 009.

Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares

para agua caliente y climatización.
BOE 99. 25.04.81. Orden de 9 de abril de 1981, del Mº de Industria y Energía.
BOE 55. 05.03.82. Prórroga de plazo.

Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización.
BOE 99. 25.04.81. Orden de 9 de abril de 1981, del Mº de Industria y Energía.
BOE 55. 05.03.82. Prórroga de plazo.

Combustibles gaseosos. Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ICG 01 a 11. BOE 4-9-06. (Deroga, entre otros, el Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales)

Real Decreto 1523/1999. 01/10/1999. Ministerio de Industria y Energía. BOE 22/10/1999. Modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, y las ITC MI-IP03, aprobada por Real Decreto 1427/1997 e ITC MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995.

Real Decreto 1427/1997. 15/09/1997. Ministerio de Industria y Energía. BOE 23/10/1997. Aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 «Instalaciones petrolíferas para uso propio». *Modificado por Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre.

Real Decreto 2201/1995. 28/12/1996. Ministerio de Industria y Energía. Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 04 «Instalaciones fijas para distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público». BOE 16/02/1996. Corrección de errores. BOE 1-4-96; *Modificado por Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre.

Ley del Sector Eléctrico. Ley 54/1997, de 27 de noviembre. BOE 28-11-97.
Modificación. Real Decreto-Ley 2/2001, de 2 de febrero. BOE 3-2-01

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico. Resolución de 18-01-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. BOE 19-02-88.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
BOE 288. 1.12.82. Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, del Mº de Industria y Energía.
BOE 15. 18.01.83. Corrección de errores.
BOE 152. 26.06.84. Modificación.
BOE 01-08-84. Modificación.

Instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT del reglamento anterior.
BOE 183. 1.08.84. Orden de 6 de julio de 1984, del Mº de Industria y Energía.
BOE 256. 25.10.84. Modificación de MIE.RAT 20.
BOE 291. 5.12.87. Modificación de las MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14.
BOE 54. 3.03.88. Corrección de errores.
BOE 160. 5.07.88. Modificación de las MIE-RAT 01, 02, 07, 08, 09, 15, 16, 17 y 18.
BOE 237. 3.10.88. Corrección de erratas.
BOE 5. 5.01.96. Modificación de MIE-RAT 02.
BOE 47. 23.02.96. Corrección de errores.
BOE 72. 24.03.00. Modificación de 01, 02, 06, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 (Orden de 10 de marzo de 2000 del Mº de Industria y Energía).
BOE 250. 18.10.00. Corrección de errores.

Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
BOE 311. 27.12.68. Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, del Mº de Industria.
BOE 58. 08.03.69. Corrección de errores.

Energía eléctrica. Transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones. Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre. BOE 27-12-00.
Corrección de errores. BOE 13-3-01

Baremos para la determinación del factor de potencia en instalaciones de potencia contratada no superior a 50 KW. BOE 207. 29.08.79. Resolución del 17 de agosto de 1979, de la Dirección General de la Energía, del Mº de Industria y Energía.

Suministro de energía eléctrica a los polígonos urbanizados por el Mº de la Vivienda. BOE 83. 06.04.72. Orden de 18 de marzo de 1972, del Mº de Industria.

Regulación de las actividades de transportes, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de las instalaciones eléctricas. BOE 310. 27.12.00 Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, del Mº de Economía.

Modificación de determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico <http://www.boe.es/boe/dias/2005/12/23/pdfs/A41897-41916.pdf> . Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. BOE 18-9-02.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión, sobre extintores de incendios. Orden 31 mayo 1982.

Manual de Autoprotección. Guía para desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios.Orden de 29 de noviembre de 1984, del Ministerio del Interior. BOE 26-2-85.

Orden 31/03/1980. Ministerio de Comercio y Turismo. Modifica la Orden de 25-9-79, sobre prevención de incendios en alojamientos turísticos. BOE 10/04/1980.
Orden 25/09/1979. Ministerio de Comercio y Turismo. Prevención de incendios en alojamientos turísticos. BOE 20/10/1979. *Modificada por: Orden 31-3-80 y Circular 10-4-80.

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993, de 5-11, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 14-DIC-93.
Corrección de errores: 7-05-94 * Modificado por la Orden de 16-04-98 * véase también RD 2267/2004.

Normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5-NOV, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo. Orden, de 16-04-98, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 28-04-98.

Real Decreto 2267/2004. 03/12/2004. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE 17/12/2004.

Reglamento sobre instalaciones nucleares y radioactivas. BOE 255. 24.10.72. Decreto 2869/1972, de 21 de julio, del Mº de Industria.

Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE 37. 12.02.92. Decreto 53/1992, de 24 de enero, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

Real Decreto 903/1987. 10/07/1987. Ministerio de Industria. Modifica el R.D. 1428/1986, de 13 de junio, sobre prohibición de instalación de pararrayos radiactivos y legalización o retirada de los ya instalados. BOE 11/07/1987.

Protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. BOE 91. 16.04.97. Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, del Mº de la Presidencia.
BOE 238. 04.10.97. Creación del Registro de Empresas Externas. Resolución de 16 de julio de 1997, del Consejo de Seguridad Nuclear.

Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes <http://www.boe.es/boe/dias/2001/07/26/pdfs/A27284-27393.pdf>. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Reglamento de almacenamiento de productos químicos. Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 10-5-01.

Reglamento de condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, del Ministerio de la Presidencia. BOE 29-9-01. Corrección de errores BOE 26-10-01.

Real Decreto 1829/1999. 03/12/1999. Ministerio de Fomento. Aprueba el Reglamento por el que se regula la prestación de los servicios postales, en desarrollo de lo establecido en la Ley 24/1998, de 13-7-1998, del Servicio Postal Universal y de Liberalización de los Servicios Postales. Arts. 33, 34 y 37: Condiciones de los casilleros domiciliarios. BOE 31/12/1999.

Ley 38/1999. 05/11/1999. Jefatura del Estado. Ley de Ordenación de la Edificación. BOE 06/11/1999. *Ver Instrucción de 11-9-00: aclaración sobre Garantías notariales y registrales. *Modificada por Ley 53/02: anula seguro decenal para viviendas autopromovidas. *Modificada por Ley 24/01: acceso a servicios postales.

Real Decreto 379/2001. 06/04/2001. Ministerio de Ciencia y Tecnologia. Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-APQ 1 a MIE-APQ 7. BOE 10/05/2001.

Real Decreto 1836/1999. 03/12/1999. Ministerio de Industria y Energía. Aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas. BOE 31/12/1999.

Ley 21/1992. 16/07/1992. Jefatura del Estado. Ley de Industria. BOE 23/07/1992.

Normativa de Productos

Real Decreto 442/2007. 03/04/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Deroga diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales. BOE 01/05/2007.

Orden PRE/3796/2006. 11/12/2006. Ministerio de la Presidencia. Se modifican las referencias a normas UNE que figuran en el anexo al R.D. 1313/1988, por el que se declaraba obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. BOE 14/12/2006.

Resolución 17/04/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Amplía los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, referencia a normas UNE y periodo de coexistencia y entrada en vigor del marcado CE para varias familias de productos de la construcción. BOE 05/05/2007.

Real Decreto 312/2005. 18/03/2005. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE 02/04/2005.

Real Decreto 1797/2003. 26/12/2003. Ministerio de la Presidencia. Instrucción para la recepción de cementos. RC-03. BOE 16/01/2004.

Orden CTE/2276/2002. 04/09/2002. Ministerio de Ciencia y Tecnologia. Establece la entrada en vigor del marcado CE relativo a determinados productos de construcción conforme al Documento de Idoneidad Técnica Europeo. BOE 17/09/2002.

Resolución 29/07/1999. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Aprueba las disposiciones reguladoras del sello INCE para hormigón preparado adaptadas a la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)". BOE 15/09/1999.

Real Decreto 1328/1995. 28/07/1995. Ministerio de la Presidencia. Modifica las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29/12/1992, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE. BOE 19/08/1995.

Real Decreto 1630/1992. 29/12/1992. Ministerio de Relaciones con las Cortes y Secretaria de Gobierno. Establece las disposiciones necesarias para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, de 21-12-1988. BOE 09/02/1993. *Modificado por R.D.1328/1995.

Orden 18/12/1992. Ministerio de Obras Públicas. RCA-92. Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos. BOE 26/12/1992

Real Decreto 1313/1988. 28/10/1988. Ministerio de Industria y Energía. Declara obligatoria la homologación de los cementos destinados a la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. BOE 04/11/1988. Modificaciones: Orden 17-1-89, R.D. 605/2006, Orden PRE/3796/2006, de 11-12-06.

Real Decreto 1312/1986. 25/04/1986. Ministerio de Industria y Energía. Homologación obligatoria de Yesos y Escayolas para la construcción y especificaciones técnicas de prefabricados y productos afines y su homologación por el Ministerio Industria y Energía. *Derogado parcialmente, por R.D. 846/2006 y R.D. 442/2007. BOE 01/07/1986.

Real Decreto 2699/1985. 27/12/1985. Ministerio de Industria y Energía. Declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los perfiles extruidos de aluminio y sus aleaciones y su homologación por el Ministerio Industria y Energía. BOE 22/02/1986.

Orden 08/05/1984. Presidencia de Gobierno. Normas para utilización de espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación, y su homologación. BOE 11/05/1984. Modificada por Orden 28/2/89.

Real Decreto 312/2005. 18/03/2005. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE 02/04/2005.

Normas sobre la utilización de las espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación.
BOE 113. 11.05.84. Orden de 8 de mayo, de la Presidencia del Gobierno.
BOE 167. 13.07.84. Corrección de errores.
BOE 222. 16.09.87. Anulación la 6̃ Disposición.
BOE 53; 03.03.89. Modificación.

ITC-MIE-AP 5: extintores de incendios.
BOE. 149. 23.06.82. Orden de 31 de mayo de 1982, del Mº de Industria y Energía.
BOE. 266. 07.11.83. Modificación de los artículos 2º, 9º y 10º.
BOE. 147. 20.06.85. Modificación de los artículos 1º, 4º, 5º, 7º, 9º y 10º.
BOE. 285. 28.11.89. Modificación de los artículos 4º, 5º, 7º y 9º.
BOE. 101. 28.04.98. Modificación de los artículos 2º, 4º, 5º, 8º, 14º y otros.
BOE. 134. 05.06.98. Corrección de errores.

Real Decreto 1314/1997. 01/08/1997. Ministerio de Industria y Energía. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. BOE 30/09/1997.

Anejos al Pliego General de de Condiciones de Seguridad y Salud en la Edificación

Anejo 1.- De carácter general

1.- La realización de los trabajos deberá llevarse a cabo siguiendo todas las instrucciones contenidas en el Plan de Seguridad.

2.- Asimismo los operarios deberán poseer la adecuada cualificación y estar perfectamente formados e informados no solo de la forma de ejecución de los trabajos sino también de sus riesgos y formas de prevenirlos.

3.- Los trabajos se organizarán y planificarán de forma que se tengan en cuenta los riesgos derivados del lugar de ubicación o del entorno en que se vayan a desarrollar los trabajos y en su caso la corrección de los mismos.

Anejo 2.- Manejo de cargas y posturas forzadas

1.- Habrá que tener siempre muy presente que se manejen cargas o se realicen posturas forzadas en el trabajo, que éstas formas de accidente representan el 25% del total de todos los accidentes que se registran en el ámbito laboral.

2.- El trabajador utilizará siempre guantes de protección contra los riesgos de la manipulación.

3.- La carga máxima a levantar por un trabajador será de 25 kg En el caso de tener que levantar cargas mayores, se realizará por dos operarios o con ayudas mecánicas.

4.- Se evitará el manejo de cargas por encima de la altura de los hombros.

5.- El manejo de cargas se realizará siempre portando la carga lo más próxima posible al cuerpo, de manera que se eviten los momentos flectores en la espalda.

6.- El trabajador no debe nunca doblar la espalda para recoger un objeto. Para ello doblará las rodillas manteniendo la espalda recta.

7.- El empresario deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de cargas.

8.- No se permitirán trabajos que impliquen manejo manual de cargas (cargas superiores a 3 kg e inferiores a 25 kg) con frecuencias superiores a 10 levanatamientos por minuto durante al menos 1 hora al día. A medida que el tiempo de trabajo sea mayor la frecuencia de levantamiento permitida será menor.

9.- Si el trabajo implica el manejo manual de cargas superiores a 3 kg, y la frecuencia de manipulación superior a un levantamiento cada 5 minutos, se deberá realizar una Evaluación de Riesgos Ergonómica. Para ello se tendrá en cuenta el R.D. 487/97 y la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas editada por el I.N.S.H.T.

10.- Los factores de riesgo en la manipulación manual de cargas que entrañe riesgo en particular dorsolumbar son:

a) Cargas pesadas y/o carga demasiado grande.

b) Carga difícil de sujetar.

c) Esfuerzo físico importante.

d) Necesidad de torsionar o flexionar el tronco.
e) Espacio libre insuficiente para mover la carga.
f) Manejo de cargas a altura por encima de la cabeza.
g) Manejo de cargas a temperatura, humedad o circulación del aire inadecuadas.
h) Período insuficiente de reposo o de recuperación.
i) Falta de aptitud física para realizar las tareas.
j) Existencia previa de patología dorsolumbar.

Anejo 3.- Andamios

1. Andamios tubulares, modulares o metálicos

Aspectos generales

1.- El andamio cumplirá la norma UNE-EN 12.810 "Andamios de fachada de componentes prefabricados"; a tal efecto deberá disponerse un certificado emitido por organismo competente e independiente y, en su caso diagnosticados y adaptados según R.D. 1215/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo" y sus modificación por el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre.

2.- En todos los casos se garantizará la estabilidad del andamio. Asimismo, los andamios y sus elementos: plataformas de trabajo, pasarelas, escaleras, deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos.

3.- Se prohibirá de forma expresa la anulación de los medios de protección colectiva, dispuestos frente al riesgo de caída a distinto nivel.

4.- Cuando las condiciones climatológicas sean adversas (régimen de fuertes vientos o lluvia, etc.) no deberá realizarse operación alguna en o desde el andamio.

5.- Las plataformas de trabajo se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores en su uso riesgo de golpes, choques o caídas, así como de caída de objetos.

6.- Cuando algunas partes del andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, desmontaje o transformación, dichas partes deberán contar con señales de advertencia debiendo ser delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona peligrosa.

7.- Los trabajadores que utilicen andamios tubulares, modulares o metálicos, deberán recibir la formación preventiva adecuada, así como la información sobre los riesgos presentes en la utilización de los andamios y las medidas preventivas y/o de protección a adoptar para hacer frente a dichos riesgos.

Montaje y desmontaje del andamio

1.- Los andamios deberán montarse y desmontarse según las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, siguiendo su "Manual de instrucciones", no debiéndose realizar operaciones en condiciones o circunstancias no previstas en dicho manual.

Las operaciones, es preceptivo sean dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años, y cuente con una formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel

básico.

2.- En los andamios cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de 6 m o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos o distancias superiores entre apoyos de más de 8 m, deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje. Dicho plan, así como en su caso los pertinentes cálculos de resistencia y estabilidad, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades.

En este caso, el andamio solamente podrá ser montado, desmontado o modificado sustancialmente bajo, así mismo, la dirección de persona con formación universitaria o profesional habilitante.

3.- En el caso anterior, debe procederse además a la inspección del andamio por persona con formación universitaria o profesional habilitante, antes de su puesta en servicio, periódicamente, tras cualquier modificación, período de no utilización, o cualquier excepcional circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.

4.- Los montadores serán trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita afrontar los riesgos específicos que puedan presentar los andamios tubulares, destinada en particular a:

La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención de riesgo de caída de personas o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen dichas operaciones.

5.- Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

6.- Antes de comenzar el montaje se acotará la zona de trabajo (zona a ocupar por el andamio y su zona de influencia), y se señalizará el riesgo de “caída de materiales”, especialmente en sus extremos.

7.- En caso de afectar al paso de peatones, para evitar fortuitas caídas de materiales sobre ellos, además de señalizarse, si es posible se desviará el paso.

8.- Cuando el andamio ocupe parte de la calzada de una vía pública, deberá protegerse contra choques fortuitos mediante biondas debidamente ancladas, “new jerseys” u otros elementos de resistencia equivalentes. Asimismo, se señalizará y balizará adecuadamente.

Los trabajadores que trabajen en la vía pública, con el fin de evitar atropellos, utilizarán chalecos reflectantes.

9.- Los módulos o elementos del andamio, para que quede garantizada la estabilidad del conjunto, se montarán sobre bases sólidas, resistentes, niveladas y se apoyarán en el suelo a través de husillos de nivelación y placas de reparto.

Cuando el terreno donde deba asentarse el andamio sea un terreno no resistente y para evitar el posible asiento diferencial de cualquiera de sus apoyos, éstos se apoyarán sobre durmientes de madera o de hormigón.

10.- El izado o descenso de los componentes del andamio, se realizará mediante

eslingas y aparejos apropiados a las piezas a mover, y provistos de ganchos u otros elementos que garanticen su sujeción, bloqueando absolutamente la salida eventual, y su consiguiente caída. Periódicamente se revisará el estado de las eslingas y aparejos desechando los que no garanticen la seguridad en el izado, sustituyéndose por otros en perfecto estado.

11.- Cuando se considere necesario para prevenir la caída de objetos, especialmente cuando se incida sobre una vía pública, en la base del segundo nivel del andamio se montarán redes o bandejas de protección y recogida de objetos desprendidos, cuyos elementos serán expresamente calculados.

12.- No se iniciará un nuevo nivel de un andamio sin haber concluido el anterior.

13.- El andamio se montará de forma que las plataformas de trabajo estén separadas del paramento, como máximo, 15 ó 20 cm.

14.-Los operarios durante el montaje o desmontaje utilizarán cinturones de seguridad contra caídas, amarrados a puntos de anclaje seguros. Asimismo deberán ir equipados con casco de seguridad y de guantes de protección contra agresiones mecánicas.

15.-Se asegurará la estabilidad del andamio mediante los elementos de arriostramiento propio y a paramento vertical (fachada) de acuerdo con las instrucciones del fabricante o del plan de montaje, utilizando los elementos establecidos por ellos, y ajustándose a las irregularidades del paramento.

16.- El andamio se montará con todos sus componentes, en especial los de seguridad. Los que no existan, serán solicitados para su instalación, al fabricante, proveedor o suministrador.

17.- Las plataformas de trabajo deberán estar cuajadas y tendrán una anchura mínima de 60 cm (mejor 80 cm) conformadas preferentemente por módulos fabricados en chapa metálica antideslizante y dotadas de gazas u otros elementos de apoyo e inmovilización.

18.-Las plataformas de trabajo estarán circundadas por barandillas de 1 m de altura y conformadas por una barra superior o pasamanos, barra o barras intermedia y rodapié de al menos 15 cm.

19.- Si existe un tendido eléctrico en la zona de ubicación del andamio o en su zona de influencia, se eliminará o desviará el citado tendido. En su defecto se tomarán las medidas oportunas para evitar cualquier contacto fortuito con dicho tendido tanto en el montaje como en la utilización o desmontaje del andamio.

En caso de tendidos eléctricos grapeados a fachada se prestará especial atención en no afectar su aislamiento y provocar el consiguiente riesgo de electrocución.

En todo caso, deberá cumplirse lo indicado al respecto en el R.D. 614/2001, de 8 de junio, de riesgo eléctrico.

20.-Conforme se vaya montando el andamio se irán instalando las escaleras manuales interiores de acceso a él para que sean utilizadas por los propios montadores para acceder y bajar del andamio. En caso necesario dispondrán de una escalera manual para el acceso al primer nivel, retirándola cuando se termine la jornada de trabajo, con el fin de evitar el acceso a él de personas ajenas.

21.- La persona que dirige el montaje así como el encargado, de forma especial vigilarán el apretado uniforme de las mordazas, rótulas u elementos de fijación de forma que no quede flojo ninguno de dichos elementos permitiendo movimientos descontrolados de los tubos.

22.- Se revisarán los tubos y demás componentes del andamio para eliminar todos aquellos que presenten oxidaciones u otras deficiencias que puedan disminuir su resistencia.

23.- Nunca se apoyarán los andamios sobre suplementos formados por bidones, pilas de material, bloques, ladrillos, etc.

Utilización del andamio

1.- No se utilizará por los trabajadores hasta el momento que quede comprobada su seguridad y total idoneidad por la persona encargada de vigilar su montaje, avalado por el correspondiente certificado, y éste autorice el acceso al mismo.

2.- Se limitará el acceso, permitiendo su uso únicamente al personal autorizado y cualificado, estableciendo de forma expresa su prohibición de acceso y uso al resto de personal.

3.- Periódicamente se vigilará el adecuado apretado de todos los elementos de sujeción y estabilidad del andamio. En general se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicadas por el fabricante, proveedor o suministrador.

4.- El acceso a las plataformas de trabajo se realizará a través de las escaleras interiores integradas en la estructura del andamio. Nunca se accederá a través de los elementos estructurales del andamio. En caso necesario se utilizarán cinturones de seguridad contra caídas amarrados a puntos de anclaje seguros o a los componentes firmes de la estructura siempre que éstas puedan tener la consideración de punto de anclaje seguro.

Se permitirá el acceso desde el propio forjado siempre que éste se encuentre sensiblemente enrasado con la plataforma y se utilice, en su caso, pasarela de acceso estable, de anchura mínima 60 cm, provista de barandillas a ambos lados, con pasamanos a 1 m de altura, listón o barra intermedia y rodapié de 15 cm.

5.- Deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del viento, especialmente cuando estén dotados de redes, lanas o mallas de cubrición.

6.- Bajo régimen de fuertes vientos se prohibirá el trabajo o estancia de personas en el andamio.

7.- Se evitará elaborar directamente sobre las plataformas del andamio, pastas o productos que puedan producir superficies resbaladizas.

8.- Se prohibirá trabajar sobre plataformas ubicadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se está trabajando y desde las que pueden producirse caídas de objetos con riesgo de alcanzar a dichos trabajadores. En caso necesario se acotará e impedirá el paso apantallando la zona.

9.- Se vigilará la separación entre el andamio y el paramento de forma que ésta nunca sea mayor de 15 ó 20 cm.

10.- Sobre las plataformas de trabajo se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios.

11.- Deben utilizarse los aparejos de elevación dispuestos para el acopio de materiales a la plataforma de trabajo.

12.- Los trabajadores no se sobreelevarán sobre las plataformas de trabajo. En caso necesario se utilizarán plataformas específicas que para ello haya previsto el fabricante, proveedor o suministrador, prohibiéndose la utilización de suplementos formados por bidones, bloques, ladrillos u otros materiales. En dicho caso se reconsiderará la altura de

la barandilla debiendo sobrepasar al menos en 1 m la plataforma de apoyo del trabajador.

2. Andamios tubulares sobre ruedas (torres de andamio)

Para garantizar su estabilidad, además de lo indicado se cumplirá:

1.- Deberá constituir un conjunto estable e indeformable.

2.- No deberán utilizarse salvo que su altura máxima sea inferior a su altura auto estable indicada por el fabricante, proveedor o suministrador.

En caso de no poder conocerla, en general se considerará estable cuando la altura total (incluidas barandillas) dividida por el lado menor del andamio sea menor o igual a tres. En caso contrario y si resultase imprescindible su uso, se amarrará a puntos fijos que garanticen su total estabilidad.

3.-La plataforma de trabajo montada sobre la torre preferentemente deberá abarcar la totalidad del mismo, protegiéndose todo su contorno con barandillas de protección de 1 m de altura formada por pasamanos, barra o barras intermedias y rodapié.

Tras su formación, se consolidará contra basculamiento mediante abrazaderas u otro sistema de fijación.

4.-El acceso se realizará mediante escalera interior y trampilla integradas en la plataforma. En su defecto el acceso se realizará a través de escaleras manuales.

5.-Antes del inicio de los trabajos sobre el andamio y de acceder a él, se estabilizará frenando y/o inmovilizando las ruedas.

6.-Estos andamios se utilizarán exclusivamente sobre suelos sólidos y nivelados. En caso de precisar pequeñas regulaciones, éstas se efectuarán siempre a través de tornillos de regulación incorporados en los apoyos del andamio.

7.-Se prohibirá el uso de andamios de borriquetas montados sobre la plataforma del andamio ni de otros elementos que permitan sobreelevar al trabajador aunque sea mínimamente.

8.-.Sobre la plataforma de trabajo se apilarán los materiales mínimos que en cada momento resulten imprescindibles y siempre repartidos uniformemente sobre ella.

9.-Se prohibirá arrojar escombros y materiales desde las plataformas de trabajo.

10.-Los alrededores del andamio se mantendrán permanentemente libres de suciedades y obstáculos.

11.-En presencia de líneas eléctricas aéreas, tanto en su uso común como en su desplazamiento, se mantendrán las distancias de seguridad adecuadas incluyendo en ellas los posibles alcances debido a la utilización por parte de los trabajadores de herramientas o elementos metálicos o eléctricamente conductores.

12.-Se prohibirá expresamente transportar personas o materiales durante las maniobras de cambio de posición

3. Andamios para sujeción de fachadas

Además de las normas de montaje y utilización ya especificadas, se tendrá en cuenta:

1.-Antes de su instalación, se realizará un proyecto de instalación en el que se calcule y especifique, según las condiciones particulares de la fachada y su entorno, la sección de los perfiles metálicos, tipos y disposición del arriostramiento, número de ellos, piezas de unión, anclajes horizontales, apoyos o anclajes sobre el terreno, contrapesado, etc.

Dicho proyecto será elaborado por persona con formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades.

2.- Su montaje se realizará:

a. Por especialistas en el trabajo que van a realizar y perfectos conocedores del sistema y tipo de andamio a instalar.

b. Siguiendo el plan de montaje y mantenimiento dados por el proyectista del andamio metálico, especial de sujeción de fachada, a montar.

En caso de utilizar un andamio metálico tubular certificado, podrán seguirse las instrucciones de montaje del fabricante complementadas por las que en todo caso deben ser establecidas por el proyectista.

c. Estando los montadores protegidos en todo momento contra el riesgo de caídas de altura mediante medidas de protección colectiva. En su defecto o complementariamente mediante la utilización de cinturones de seguridad unidos a dispositivos antiácidas amarrados a su vez a puntos del anclaje seguros.

3.- Previo a su montaje:

a. Deberá solicitarse una licencia de instalación en aquellos municipios cuyas ordenanzas municipales así lo requieran.

b. Se acotará toda la superficie bajo la vertical de la zona de trabajo entre la fachada y el andamio y su zona de influencia, de forma que ningún peatón pueda circular con riesgo de sufrir algún golpe o ser alcanzado por cualquier objeto desprendido.

c. Se saneará la fachada para evitar desprendimientos de alguna parte o elemento de la misma.

4.-Cuando, durante la utilización del andamio o ejecución de los trabajos se prevea en la fachada la posible caída por desprendimiento de alguna parte de ésta, deberá instalarse con una red vertical que recoja y proteja a trabajadores y a terceros de la posible caída de partes de la fachada.

5.- Se prohibirá el montaje de este tipo de andamios en días de fuertes vientos u otras condiciones climatológicas adversas.

6.- El arriostramiento de la fachada y andamio, se realizará según este se va instalando, conforme a las condiciones del proyecto, debiendo quedar perfectamente especificadas y recogidas en los planos.

7.-Cuando se cree un paso peatonal entre la fachada y el andamio, o entre los elementos de su sujeción o contrapesado al terreno, éste estará protegido mediante marquesina resistente, contra caída de objetos desprendidos.

8.-En el segundo nivel del andamio se montará una visera o marquesina para la recogida de objetos desprendidos.

4. Andamios colgados móviles (manuales o motorizados)

1.- El andamio cumplirá la norma UNE-EN 1808 “Requisitos de Seguridad para plataformas suspendidas de nivel variable” y en su caso diagnosticados y adaptados según el R.D. 1215/97 ”Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo “ y su modificación por el R.D. 2177/2004, de 12 de Noviembre.

2.- Asimismo y por ser considerados como máquinas cumplirán el R.D. 1435/92, de 27 de Noviembre. “Aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas”

En consecuencia todos los andamios colgados comprados y puestos a disposición de los trabajadores a partir de 1 de Enero de 1995 deberán poseer: marcado CE;

Declaración CE de conformidad, y Manual de Instrucciones en castellano.

3.- Para su instalación y utilización deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje que podrá ser sustituido, en caso de que el andamio disponga de marcado CE, por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, salvo que estas operaciones de montaje, utilización y desmontaje se realicen en circunstancias no previstas por el fabricante.

4.- El plan de montaje, así como en su caso los cálculos de resistencia y estabilidad que resultasen precisos, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que la habilite para estas funciones. El plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada complementado con elementos correspondientes a los detalles específicos del tipo de andamio que se va a utilizar.

5.- El andamio solamente podrá ser montado y desmontado bajo la dirección de persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

6.- Asimismo antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras su modificación y siempre que ocurra alguna circunstancia excepcional que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad, será inspeccionado por persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

7.- El andamio será montado por trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permitan enfrentarse a los riesgos específicos destinada en particular a:

La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención del riesgo de caídas de persona o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen las operaciones del montaje o desmontaje del andamio colgado.

8.-Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

9.- Cuando el andamio colgado posea marcado CE y su montaje, utilización y desmontaje se realice de acuerdo con las prescripciones del fabricante, proveedor o suministrador, dichas operaciones deberían ser dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente como mínimo a las funciones de nivel básico conforme a lo previsto en el RD39/1997 en el apartado 1 de su artículo 35.

10.- Cuando las condiciones climatológicas sean adversas (régimen de fuertes vientos, lluvia, etc.) no deberá realizarse operación alguna en o desde el andamio.

11.- Se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores riesgos de golpes, choques, caídas o caída de objetos.

12.- Se garantizará la estabilidad del andamio. Como consecuencia de ello, andamios contrapesados se utilizarán única y exclusivamente cuando no sea factible otro sistema de fijación.

En dicho caso deberá cumplirse:

a) Los elementos de contrapeso serán elementos diseñados y fabricados de forma

exclusiva para su uso como contrapeso, no debiendo tener ningún uso previsible. Nunca se utilizarán elementos propios o utilizables en la construcción.

b) Los elementos de contrapeso quedarán fijados a la cola del pescante sin que puedan ser eliminados ni desmoronarse.

c) El pescante se considerará suficientemente estable cuando en el caso más desfavorable de vuelco, el momento de estabilidad es mayor o igual a tres veces el momento de vuelco cuando se aplica la fuerza máxima al cable (norma UNE-EN1808).

d) Diariamente se revisarán la idoneidad de los pescantes y contrapesos.

13.- Si la fijación de los pescantes se efectúa anclándolos al forjado por su parte inferior, dicha fijación abarcará como mínimo tres elementos resistentes.

14.- La separación entre pescantes será la indicada por el fabricante, proveedor o suministrador en su manual de instrucciones. En caso de carecer de dicho manual nunca la separación entre pescantes será mayor de 3 m, y la longitud de la andamiada será inferior a 8 m.

15.- Los cables de sustentación se encontrarán en perfecto estado, desechándose aquellos que presenten deformaciones, oxidaciones, rotura de hilos o aplastamientos.

16.- Todos los ganchos de sustentación tanto el de los cables (tiros) como el de los aparejos de elevación serán de acero y dispondrán de pestillos de seguridad u otro sistema análogo que garantice que no se suelte.

17.- En caso de utilizar mecanismos de elevación y descenso de accionamiento manual (trócolas, trácteles o carracas) estarán dotados de los adecuados elementos de seguridad, tales como autofrenado, parada, etc., debiendo indicar en una placa su capacidad.

Dichos elementos cuyos mecanismos serán accesibles para su inspección, se mantendrán en perfectas condiciones mediante las revisiones y mantenimiento adecuados.

18.- A fin de impedir desplazamientos inesperados del andamio, los mecanismos de elevación y descenso estarán dotados de un doble cable de seguridad con dispositivo anticaída seguricable).

19.- La separación entre la cara delantera de la andamiada y el parámetro vertical en que se trabaja no será superior a 20 cm.

20.- Las plataformas de trabajo se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en su utilización normal y deberán tener una anchura mínima de 60 cm (preferentemente no menor de 80 cm para permitir que se trabaje y circule en ella con seguridad).

Su perímetro estará protegido por barandillas de 1 m de altura constituido por pasamanos, barra intermedia y rodapié de al menos 15 cm de tal forma que no debe existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y las barandillas (dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas).

21.- Las plataformas (guíndolas o barquillas) contiguas en formación de andamiada continua, se unirán mediante articulaciones con cierre de seguridad.

22.- Se mantendrá la horizontalidad de la andamiada tanto en el trabajo como en las operaciones de izado o descenso.

23.- Para evitar movimientos oscilatorios, una vez posicionado el andamio en la zona de trabajo, se arriostrará para lo cual se establecerán en los paramentos verticales puntos

donde amarrar los arriostramientos de los andamios colgados.

24.- El acceso o salida de los trabajadores a la plataforma de trabajo, se efectuará posicionando nuevamente el andamio en un punto de la estructura que permita un paso a su mismo nivel, y se garantizará la inmovilidad del andamio, arriostrándolo a puntos establecidos previamente en los paramentos verticales.

En caso necesario, dichas operaciones se realizarán por los trabajadores utilizando cinturones de seguridad amarrados a líneas de vida ancladas a puntos seguros independientes del andamio.

25.- Si se incorporan protecciones contra caídas de materiales (redes, bandejas, etc.) deberán ser calculadas previamente.

26.- Se acotará e impedirá el paso de la vertical del andamio a niveles inferiores con peligro de caídas de materiales

27.- Se prohibirá las pasarelas de tablones entre módulos de andamio. Se utilizarán siempre módulos normalizados.

28.- No se realizarán trabajos en la misma vertical bajo la plataforma de los andamios. Se acotarán y señalizarán dichos niveles inferiores a la vertical del andamio

29.- Todo operario que trabaje sobre un andamio colgado deberá hacerlo utilizando cinturones de seguridad contra caídas amarrado a una línea de vida anclada a su vez a puntos seguros independiente del andamio. Se comprobará y se exigirá la obligatoriedad de uso.

30.- El suministro de materiales se realizará de forma y con medios adecuados

31.- Sobre las plataformas de trabajo se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios, y se repartirán uniformemente

32.- Antes del uso del andamio e inmediatamente tras el cambio de su ubicación y en presencia de la dirección facultativa, se realizará una prueba de carga con la andamiada próxima del suelo (menor de 1 m) que deberá quedar documentada mediante el acta correspondiente.

33.- Periódicamente se realizará una inspección de cables mecanismos de elevación, pescantes, etc. .En cualquier caso se realizarán las operaciones de servicios y mantenimiento indicadas por el fabricante, proveedor o suministrador.

5. Andamios sobre mástil o de cremallera

Aspectos generales

1.- Los andamios serán diagnosticados y en su caso adaptados según el RD 1215/97. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo” y su modificación por el RD 2177/2004, de 12 de Noviembre.

2.- Por tener la consideración de máquinas, los andamios sobre mástil o de cremallera adquiridos y puestos a disposición de los trabajadores con posterioridad al 1 de enero de 1995, cumplirán el RD 1435/92 “Aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas”. Estos deberán poseer: marcado CE, Declaración de Conformidad CE, y manual de Instrucciones en castellano.

3.- Para su instalación y utilización deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje que podrá ser sustituido, en caso de que el andamio disponga de marcado CE, por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, salvo que estas operaciones de montaje, utilización y desmontaje se realicen en circunstancias

no previstas por el fabricante.

4.- El plan de montaje, así como en su caso los cálculos de resistencia y estabilidad que resultasen precisos, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que la habilite para estas funciones. El plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada complementado con elementos correspondientes a los detalles específicos del tipo de andamio que se va a utilizar.

5.- El andamio solamente podrá ser montado y desmontado bajo la dirección de persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

6.- Asimismo antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras su modificación y siempre que ocurra alguna circunstancia excepcional que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad, será inspeccionado por persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

7.- El andamio será montado por trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permitan enfrentarse a los riesgos específicos destinada en particular a:

La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención del riesgo de caídas de persona o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen las operaciones del montaje o desmontaje del andamio colgado.

8.- Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

9.- Cuando el andamio colgado posea marcado CE y su montaje, utilización y desmontaje se realice de acuerdo con las prescripciones del fabricante proveedor o suministrador, dichas operaciones deberían ser dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente como mínimo a las funciones de nivel básico conforme a lo previsto en el R.D. 39/1997 en el apartado 1 de su artículo 35.

10.- Se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores riesgos de golpes, choques, caídas o caída de objetos.

11.- La fijación de los ejes estructurales del andamio se efectuará anclándolos a partes resistentes del paramento previamente calculado.

12.- Los mecanismos de elevación y descenso (motores) estarán dotados de elementos de seguridad, como auto frenado, parada, etc. y en perfectas condiciones de uso. Asimismo, se indicará en una placa su capacidad portante.

13.- Se cumplirán todas las condiciones establecidas para las plataformas de trabajo. Su separación a paramento será como máximo de 20 cm, y dispondrá de barandillas resistentes en todos sus lados libres, con pasamano a 100 cm de altura, protección intermedia y rodapié de 15 cm.

14.- La zona inferior del andamio se vallará y señalizará de forma que se impida la estancia o el paso de trabajadores bajo la vertical de la carga.

15.- Asimismo se acotará e impedirá el paso de la vertical del andamio a niveles inferiores con peligro de caída de materiales.

16.- Se dispondrán de dispositivos anticaída (deslizantes o con amortiguador) sujetos a punto de anclaje seguros a los que el trabajador a su vez pueda anclar su arnés.

17.- No existirá ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas; la plataforma estará cuajada en todo caso.

18.- Antes de su uso y en presencia del personal cualificado (persona con formación universitaria que lo habilite para ello) o de la dirección facultativa de la obra, se realizarán pruebas a plena carga con el andamio próximo del suelo (menor de 1 m).

Dichas pruebas quedarán adecuadamente documentadas mediante las correspondientes certificaciones en las que quedarán reflejadas las condiciones de la prueba y la idoneidad de sus resultados.

19.- El personal encargado de realizar las maniobras del andamio (operador) poseerá la cualificación y adiestramiento adecuados, así como conocerá sus cargas máximas admisibles, y su manejo en perfectas condiciones de seguridad.

20.- Las maniobras únicamente se realizarán por operadores debidamente autorizados por la empresa, debiendo quedar claramente especificado la prohibición expresa de la realización de dichas maniobras por cualquier otro operario de la empresa o de la obra.21.- Antes de efectuar cualquier movimiento de la plataforma, el operador se asegurará de que todos los operarios están en posición de seguridad.

22.- Durante los movimientos de desplazamiento de la plataforma, el operador controlará que ningún objeto transportado sobresalga de los límites de la plataforma.

23.- El andamio se mantendrá totalmente horizontal tanto en los momentos en los que se esté desarrollando trabajo desde él, como en las operaciones de izado o descenso.

24.- Si se incorpora protección contra la caída de materiales (redes, bandejas, etc.) éstos elementos serán calculados expresamente de tal forma que en ningún momento menoscaben la seguridad o la estabilidad del andamio.

25.- El suministro de materiales se realizará, de forma y con medios adecuados y posicionando preferentemente la plataforma a nivel del suelo.

26.- En la plataforma, y con un reparto equilibrado, se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios.

27.- No se colocarán cargas sobre los brazos telescópicos de la plataforma. En caso necesario, las cargas serán mínimas.

28.- Al finalizar la jornada, la plataforma se dejará en el nivel mas bajo que sea posible, preferentemente a nivel del suelo, y se desconectará el suministro de corriente eléctrica del cuadro de mandos.

29.- Los trabajadores accederán y saldrán de la plataforma, posicionando ésta a nivel del suelo, caso de que durante el trabajo ello no fuera posible, el acceso o salida de la plataforma se realizará posicionándola a nivel de un elemento de la estructura que permita al operario el realizar ésta operación con total seguridad y comodidad. Asimismo en caso necesario se garantizará la inmovilidad del andamio y los operarios utilizarán cinturones de seguridad unidos a dispositivo anticaída.

30.- Siempre que sea posible se adaptará el ancho de la plataforma al perfil del paramento sobre el que se instala el andamio. Las operaciones de recogida o extensión

de los brazos telescópicos para efectuar dicha adaptación se efectuarán a nivel del suelo.

Si estas operaciones deben realizarse para superar salientes durante la subida o bajada de la plataforma, se realizarán por los operarios provistos de cinturón de seguridad unidos a dispositivos anticaída.

31.- Una vez colocados los tablones en los brazos telescópicos, se realizará la verificación de su correcta instalación. Todo ello se llevará a cabo usando los operarios cinturón de seguridad unidos a dispositivo anticaída.

32.- Se avisará inmediatamente al encargado de la obra siempre que:

Se produzca un fallo en la alimentación eléctrica del andamio.

Se observen desgastes en piñones, coronas, rodillos guía, cremallera, bulones, tornillos de mástil, finales de carrera, barandillas o cualquier elemento que pudiese intervenir en la seguridad del andamio en su conjunto.

33.- El descenso manual del andamio únicamente se efectuará en los casos que así resulte estrictamente necesario y solamente podrá ser ejecutado por personal adiestrado y cualificado.

34.- Se suspenderán los trabajos cuando la velocidad del viento supere los 60 km/h procediéndose a situar la plataforma a nivel del suelo o en su caso al nivel más bajo posible.

Asimismo no es recomendable el uso del andamio en condiciones atmosféricas desfavorables (lluvia, niebla intensa, nieve, granizo, etc.).

35.- No se trabajará desde el andamio, cuando no haya luz suficiente (natural o artificial) para tener una visibilidad adecuada en toda la zona de trabajo.

36.- No se aprovechará en ningún caso la barandilla de la plataforma para apoyar tablones, materiales, herramientas, sentarse o subirse en ellas.

Comprobaciones

1.- Se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicadas por el fabricante, suministrador o proveedor del andamio.

2.- El andamio será inspeccionado por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

a) Antes de su puesta en servicio.

b) A continuación periódicamente.

c) Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.

3.- Diariamente o antes del comienzo de cada jornada de trabajo que vaya a utilizarse el andamio, el operador realizará las comprobaciones siguientes:

a) Que no existen, sobre la plataforma de trabajo, acumulaciones de escombros, material sobrante, herramientas y, en su caso hielo o nieve, que pudiese producir la caída de los operarios o caída de objetos en su desplazamiento o utilización.

b) Que está vallado y señalizado el paso bajo la vertical del andamio.

c) Que los dispositivos de seguridad eléctricos están en perfectas condiciones y operativos.

d) Verificar el correcto apoyo de los mástiles, nivelación del andamio, anclajes a paramento, unión piñón-cremallera y eficacias del freno y del motorreductor.

e) Que todas las plataformas (fijas y telescópicas) así como sus barandillas y los

dispositivos anticaída está correctamente instalados.

f) Que no existe exceso de carga en la plataforma de acuerdo a las características y especificaciones del andamio.

g) Que no existen objetos que al contacto con la plataforma, en su desplazamiento, puedan desprenderse de la obra.

h) Que no existan elementos salientes (en la obra o en la plataforma) que puedan interferir en el movimiento de la plataforma

Prohibiciones

La empresa, y durante la utilización del andamio, prohibirá de forma expresa:

a) Eliminar cualquier elemento de seguridad del andamio.

b) Trabajar sobre andamios de borriquetas, escaleras manuales, tablones, etc., situadas sobre la plataforma del andamio, y en general sobre cualquier elemento que disminuya la seguridad de los trabajadores en la utilización del andamio.

c) Subirse o sentarse sobre las barandillas.

d) Cargar el andamio con cargas (objetos, materiales de obra o no, herramientas, personal, etc. superiores a las cargas máximas del andamio.

e) Inclinar la plataforma del andamio y por consiguiente y entre otros aspectos el acumular cargas en uno de sus extremos. Las cargas deben situarse lo más uniformemente repartidas posibles sobre la plataforma.

f) Utilizar el andamio en condiciones atmosféricas adversas.

6. Andamios de borriquetas

1.- Estarán formados por elementos normalizados (borriquetas o caballetes) y nunca se sustituirán por bidones apilados o similares.

2.- Las borriquetas de madera, para eliminar riesgos por fallo, rotura espontánea o cimbreo, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones o roturas.

3.- Cuando las borriquetas o caballetes sean plegables, estarán dotados de “cadenillas limitadoras de apertura máxima” o sistemas equivalentes.

4.- Se garantizará totalmente la estabilidad del conjunto, para lo cual se montarán perfectamente apoyadas y niveladas.

5.- Las plataformas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm, preferentemente 80 cm.

6.- Las plataformas de trabajo se sujetarán a los caballetes de forma que se garantice su fijación.

7.- Para evitar riesgos por basculamiento, la plataforma de trabajo no sobresaldrá más de 20 cm, desde su punto de apoyo en los caballetes.

8.- Se utilizará un mínimo de dos caballetes o borriquetas por andamio.

9.- La separación entre ejes de los soportes será inferior a 3,5 m, preferentemente 2,5 m.

10.- Se prohibirá formar andamios de borriquetas cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 m o más de altura.

11.-Las condiciones de estabilidad del andamio, serán las especificadas por el fabricante, proveedor o suministrador. Si no es posible conocer dichas condiciones, en términos generales se considerará que un andamio de borriquetas es estable cuando el

cociente entre la altura y el lado menor de la borriqueta sea:

a. Menor o igual a 3,5 para su uso en interiores.

b. Menor o igual a 3 para su uso en exteriores.

12.- Cuando se utilicen a partir de 3 m de altura, y para garantizar la indeformabilidad y estabilidad del conjunto, se instalará arriostramiento interior en los caballetes y soportes auto estables, tanto horizontal como vertical.

13.- Cuando se sobrepasen los limites de estabilidad, se establecerá un sistema de arriostramiento exterior horizontal o inclinado.

14.- Para la prevención del riesgo de caída de altura (más de 2 m) o caída a distinto nivel, perimetralmente a la plataforma de trabajo se instalarán barandillas sujetas a pies derechos o elementos acuñados a suelo y techo. Dichas barandillas serán de 1 m de altura conformadas por pasamano, barra intermedia y rodapié de al menos 15 cm.

15.- El acceso a las plataformas de trabajo se realizará a través de escaleras de mano, banquetas, etc.

16.- Se protegerá contra caídas no sólo el nivel de la plataforma, sino también el desnivel del elemento estructural del extremo del andamio. Así, los trabajos en andamios, en balcones, bordes de forjado, cubiertas terrazas, suelos del edificio, etc., se protegerán contra riesgo de caídas de altura mediante barandillas o redes. En su defecto, los trabajadores usarán cinturones anti-caídas amarrados a puntos de anclaje seguros.

17.-Sobre los andamios de borriquetas se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten imprescindibles y repartidos uniformemente sobre la plataforma de trabajo.

18.- Se prohibirá trabajar sobre plataformas de trabajo sustentadas en borriquetas apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

19.- La altura del andamio será la adecuada en función del alcance necesario para el trabajo a realizar. Al respecto es recomendable el uso de borriquetas o caballetes de altura regulable. En ningún caso, y para aumentar la altura de la plataforma de trabajo, se permitirá el uso sobre ellos de bidones, cajones, materiales apilados u otros de características similares.

20.- Se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicados por el fabricante, proveedor o suministradores.

21.- Los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares, después de cada modificación o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.

Anejo 4.- Organización del trabajo y medidas preventivas en derribos

1.- Previamente al inicio de los trabajos se deberá disponer de un “Proyecto de demolición”, así como el “Plan de Seguridad y Salud” de la obra, con enumeración de los pasos y proceso a seguir y determinación de los elementos estructurales que se deben conservar intactos y en caso necesario reforzarlos.

2.- Asimismo previamente al inicio de los trabajos de demolición, se procederá a la inspección del edificio, anulación de instalaciones, establecimiento de apeos y apuntalamientos necesarios para garantizar la estabilidad tanto del edificio a demoler

como los edificios colindantes. En todo caso existirá una adecuada organización y coordinación de los trabajos. El orden de ejecución será el que permita a los operarios terminar en la zona de acceso de la planta. La escalera será siempre lo último a derribar en cada planta del edificio.

3.- En la instalación de grúas o maquinaria a emplear se mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

4.- Siempre que la altura de trabajo del operario sea superior a 2 m utilizará cinturones de seguridad, anclados a puntos fijos o se dispondrán andamios.

5.- Se dispondrán pasarelas para la circulación entre viguetas o nervios de forjados a los que se haya quitado el entrevigado.

Anejo 5.- Barandillas (Sistemas de protección de borde)

Consideraciones generales

1.- Los sistemas provisionales de protección de bordes para superficies horizontales o inclinadas (barandillas) que se usen durante la construcción o mantenimiento de edificios y otras estructuras deberán cumplir las especificaciones y condiciones establecidas en la Norma UNE EN 13374.

2.- Dicho cumplimiento deberá quedar garantizado mediante certificación realizada por organismo autorizado. En dicho caso quedará reflejado en el correspondiente marcado que se efectuará en los diferentes componentes tales como: barandillas principales, barandillas intermedias, protecciones intermedias (por ejemplo tipo mallazo); en los plintos, en los postes y en los contrapesos.

El marcado será claramente visible y disponerse de tal manera que permanezca visible durante la vida de servicio del producto. Contendrá lo siguiente:

EN 13374.

Tipo de sistema de protección; A, B o C.

Nombre / identificación del fabricante o proveedor.

Año y mes de fabricación o número de serie.

En caso de disponer de contrapeso, su masa en kg.

3.- La utilización del tipo o sistema de protección se llevará a cabo en función del ángulo α de inclinación de la superficie de trabajo y la altura (Hf) de caída del trabajador sobre dicha superficie inclinada.

De acuerdo con dichas especificaciones:

a) Las protecciones de bordes “Clase A” se utilizarán únicamente cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo sea igual o inferior a10º.

b) Las de “Clase B” se utilizarán cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo sea menor de 30º sin limitación de altura de caída, o de 60º con una altura de caída menor a 2 m.

c) Las de “Clase C” se utilizarán cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo esté entre 30º y 45º sin limitación de altura de caída o entre 45º y 60º y altura de caída menor de 5 m.

4.- Para altura de caída mayor de 2 m o 5 m los sistemas de protección de las clases B y C podrán utilizarse colocando los sistemas más altos sobre la superficie de la

pendiente (por ejemplo cada 2 m o cada 5 m de altura de caída).

5.- El sistema de protección de borde (barandillas) no es apropiado para su instalación y protección en pendientes mayores de 60 º o mayores de 45º y altura de caída mayor de 5 m.

6.- La instalación y mantenimiento de las barandillas se efectuará de acuerdo al manual que debe ser facilitado por el fabricante, suministrador o proveedor de la citada barandilla.

7.- En todos los casos el sistema de protección de borde (barandilla) se instalará perpendicular a la superficie de trabajo.

8.- El sistema de protección de borde (barandilla) deberá comprender al menos: postes ó soportes verticales del sistema, una barandilla principal y una barandilla intermedia o protección intermedia, y debe permitir fijarle un plinto.

9.- La distancia entre la parte más alta de la protección de borde (barandilla principal) y la superficie de trabajo será al menos de 1m medido perpendicularmente a la superficie de trabajo.

10.- El borde superior del plinto o rodapié estará al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo y evitará aperturas entre él y la superficie de trabajo o mantenerse tan cerca como fuera posible.

11.- En caso de utilizar redes como protección intermedia o lateral, estas serán del tipo U. de acuerdo con la Norma UNE-EN 1263-1.

12.- Si la barandilla dispone de barandilla intermedia, esta se dimensionará de forma que los huecos que forme sean inferiores a 47 cm. Si no hay barandilla intermedia o si esta no es continua, el sistema de protección de borde se dimensionará de manera que la cuadrícula sea inferior a 25 cm.

13.- La distancia entre postes o soportes verticales será la indicada por el fabricante. Ante su desconocimiento y en términos generales éstos se instalarán con una distancia entre postes menor a 2,5 m.

14.- Nunca se emplearán como barandillas cuerdas, cadenas, elementos de señalización o elementos no específicos para barandillas tales como tablones, palets, etc., fijados a puntales u otros elementos de la obra.

15.- Todos los sistemas de protección de borde se revisarán periódicamente a fin de verificar su idoneidad y comprobar el mantenimiento en condiciones adecuadas de todos sus elementos así como que no se ha eliminado ningún tramo. En caso necesario se procederá de inmediato a la subsanación de las anomalías detectadas.

16.- Las barandillas con postes fijados a los elementos estructurales mediante sistema de mordaza (sargentos o similar) y para garantizar su agarre, se realizará a través de tacos de madera o similar.

Inmediatamente tras su instalación, así como periódicamente, o tras haber sometido al sistema a alguna solicitación (normalmente golpe o impacto), se procederá a la revisión de su agarre, procediendo en caso necesario a su apriete, a fin de garantizar la solidez y fiabilidad del sistema.

17.- Los sistemas provisionales de protección de borde fijados al suelo mediante tornillos se efectuarán en las condiciones y utilizando los elementos establecidos por el fabricante. Se instalarán la totalidad de dichos elementos de fijación y repasarán periódicamente para garantizar su apriete.

18.- Los sistemas de protección de borde fijados a la estructura embebidos en el hormigón (suelo o canto) se efectuarán utilizando los elementos embebidos diseñados por el fabricante y en las condiciones establecidas por él. En su defecto siempre se instalarán como mínimo a 10 cm del borde.

19.- Los postes o soportes verticales se instalarán cuando los elementos portantes (forjados, vigas, columnas, etc.) posean la adecuada resistencia.

Montaje y desmontaje

1.- El montaje y desmontaje de los sistemas provisionales de protección de bordes se realizará de tal forma que no se añada riesgo alguno a los trabajadores que lo realicen.

Para ello se cumplirán las medidas siguientes:

a) Se dispondrá de adecuados procedimientos de trabajo para efectuar en condiciones el montaje, mantenimiento y desmontaje de estos sistemas de protección de borde.

b) Dichas operaciones se realizarán exclusivamente por trabajadores debidamente autorizados por la empresa, para lo cual y previamente se les habrá proporcionado la formación adecuada, tanto teórica como práctica, y se habrá comprobado la cualificación y adiestramiento de dichos trabajadores para la realización de las tareas.

c) El montaje y desmontaje se realizará disponiendo de las herramientas y equipos de trabajo adecuados al tipo de sistema de protección sobre el que actuar.

Asimismo se seguirán escrupulosamente los procedimientos de trabajo, debiendo efectuar el encargado de obra o persona autorizada el control de su cumplimiento por parte de los trabajadores.

d) Se realizará de forma ordenada y cuidadosa, impidiendo que al instalar o al realizar alguno de los elementos se produzca su derrumbamiento o quede debilitado el sistema

e) El montaje se realizará siempre que sea posible previamente a la retirada de la protección colectiva que estuviera colocada (normalmente redes de seguridad). De no existir protección colectiva, las operaciones se llevarán a cabo utilizando los operarios cinturón de seguridad sujetos a puntos de anclaje seguros, en cuyo caso no deberá saltarse hasta la completa instalación y comprobación de la barandilla.

f) No se procederá al desmontaje hasta que en la zona que se protegía, no se impida de alguna forma el posible riesgo de caída a distinto nivel.

g) Cuando en las tareas de colocación y retirada de sistemas provisionales de protección de borde se prevea la existencia de riesgos especialmente graves de caída en altura, con arreglo a lo previsto en el artículo 22 bis del RD 39/1997, de 17 de Enero, será necesaria la presencia de los recursos preventivos previstos en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales; este hecho, así mismo deberá quedar perfectamente consignado en el propio Plan de Seguridad y Salud de la Obra.

Anejo 6.- Evacuación de escombros

1.- Respecto a la carga de escombros:

a) Proteger los huecos abiertos de los forjados para vertido de escombros.

b) Señalizar la zona de recogida de escombros.

c) El conducto de evacuación de escombros será preferiblemente de material plástico, perfectamente anclado, debiendo contar en cada planta de una boca de carga dotada de faldas.

d) El final del conducto deberá quedar siempre por debajo de la línea de carga máxima del contenedor.

e) El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del polvo.

f) Durante los trabajos de carga de escombros, se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas (palas cargadoras, camiones, etc.).

g) Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o en su defecto se regaran para evitar propagación de polvo en su desplazamiento hasta vertedero.

Anejo 7.- Redes de seguridad

Aspectos generales

1.- Los trabajadores encargados de la colocación y retirada de redes de seguridad deberán recibir la formación preventiva adecuada, así como la información sobre los riesgos presentes en dichas tareas y las medidas preventivas y/o de protección a adoptar para hacer frente a dichos riesgos.

2.- Los sistemas de redes de seguridad (entendiendo por sistema el conjunto de red, soporte, sistema de fijación red-soporte y sistema de fijación del soporte y red al elemento estructural) cumplirán la norma UNE-EN 1263-1 "Redes de seguridad. Requisitos de seguridad. Métodos de ensayo" y la norma UNE-EN 1263-2 "Redes de seguridad. Requisitos de seguridad para los límites de instalación". A tal efecto, el fabricante debe declarar la conformidad de su producto con la norma UNE-EN 1263-1 acompañada, en su caso, por la declaración de conformidad del fabricante, apoyada preferentemente por el certificado de un organismo competente independiente al que hace referencia el Anejo A de la citada norma.

3.- En cumplimiento de lo anterior, las redes de seguridad utilizadas en las obras de construcción destinadas a impedir la caída de personas u objetos y, cuando esto no sea posible a limitar su caída, se elegirán, en función del tipo de montaje y utilización, entre los siguientes sistemas:

Redes tipo S en disposición horizontal, tipo toldo, con cuerda perimetral.

Redes tipo T en disposición horizontal, tipo bandeja, sujetas a consola.

Redes tipo U en disposición vertical atadas a soportes.

Redes tipo V en disposición vertical con cuerda perimetral sujeta a soporte tipo horca.

4.- Las redes se elegirán en función de la anchura de malla y la energía de rotura, de entre los tipos que recoge la norma UNE-EN 1263-1:

Tipo A1: Er ≥ 2,3 kj y ancho máximo de malla 60 mm.

Tipo A2: Er ≥ 2,3 kj y ancho máximo de malla 100 mm.

Tipo B1: Er ≥4,4 kj y ancho máximo de malla 60 mm.

Tipo B2: Er ≥4,4 kj y ancho máximo de malla 100 mm.

5.- Cuando se utilicen cuerdas perimetrales o cuerdas de atado, éstas tendrán una resistencia a la tracción superior a 30 kN. De la misma forma, las cuerdas de atado de paños de red que se utilicen tendrán una resistencia mínima a la tracción de 7,5 kN.

6.- Las redes de seguridad vendrán marcadas y etiquetadas de forma permanente con las siguientes indicaciones, a saber:

Nombre o marca del fabricante o importador.

La designación de la red conforme a la norma UNE-EN 1263-1.

El número de identificación.

El año y mes de fabricación de la red.

La capacidad mínima de absorción de energía de la malla de ensayo.

El código del artículo del fabricante.

Firma, en su caso, del organismo acreditado.

7.- Todas las redes deben ir acompañadas de un manual de instrucciones en castellano en el que se recojan todas las indicaciones relativas a:

Instalación, utilización y desmontaje.

Almacenamiento, cuidado e inspección.

Fechas para el ensayo de las mallas de ensayo.

Condiciones para su retirada de servicio.

Otras advertencias sobre riesgos como por ejemplo temperaturas extremas o agresiones químicas.

Declaración de conformidad a la norma UNE-EN 1263-1.

El manual debe incluir, como mínimo, información sobre fuerzas de anclaje necesarias, altura de caída máxima, anchura de recogida mínima, unión de redes de seguridad, distancia mínima de protección debajo de la red de seguridad e instrucciones para instalaciones especiales.

8.- Las redes de seguridad deberán ir provistas de al menos una malla de ensayo. La malla de ensayo debe consistir en al menos tres mallas y debe ir suelta y entrelazada a las mallas de la red y unida al borde de la red. La malla de ensayo debe proceder del mismo lote de producción que el utilizado en la red. Para asegurar que la malla de ensayo puede identificarse adecuadamente con la cuerda de malla, se deben fijar en la malla de ensayo y en la red sellos con el mismo número de identificación.

9.- Las redes de seguridad deberán instalarse lo más cerca posible por debajo del nivel de trabajo; en todo caso, la altura de caída, entendida como la distancia vertical entre el área de trabajo o borde del área de trabajo protegida y la red de seguridad, no debe exceder los 6 m (recomendándose 3 m). Asimismo, la altura de caída reducida, entendida ésta como la distancia vertical entre el área de trabajo protegida y el borde de 2 m de anchura de la red de seguridad, no debe exceder los 3 m.

10.-En la colocación de redes de seguridad, la anchura de recogida, entendida ésta como la distancia horizontal entre el borde del área de trabajo y el borde de la red de seguridad, debe cumplir las siguientes condiciones:

Si la altura de caída es menor o igual que 1 m, la anchura de recogida será mayor o igual que 2 m.

Si la altura de caída es menor o igual que 3 m, la anchura de recogida será mayor o igual que 2,5 m.

Si la altura de caída es menor o igual que 6 m, la anchura de recogida será mayor o igual que 3 m.

Si el área de trabajo está inclinada más de 20º, la anchura de recogida debe ser, al menos, de 3 m y la distancia entre el punto de trabajo más exterior y el punto más bajo del borde de la red de seguridad no debe exceder los 3 m.

11.- A la recepción de las redes en obra debe procederse a la comprobación del estado de éstas (roturas, estado de degradación, etc.), los soportes de las mismas (deformaciones permanentes, corrosión, etc.) y anclajes, con objeto de proceder, en el caso de que no pueda garantizarse su eficacia protectora, a su rechazo.

12.-En su caso, deberá procederse de forma previa al montaje de la red, a la instalación de dispositivos o elementos de anclaje para el amarre de los equipos de protección individual contra caídas de altura a utilizar por los trabajadores encargados de dicho montaje.

13.-El almacenamiento temporal de las redes de seguridad en la propia obra debe realizarse en lugares secos, bajo cubierto (sin exposición a los rayos UV de la radiación solar), si es posible en envoltura opaca y lejos de las fuentes de calor y de las zonas donde se realicen trabajos de soldadura. Asimismo, los soportes no deben sufrir golpes y los pequeños accesorios deben guardarse en cajas al efecto.

14.- Después de cada movimiento de redes de seguridad en una misma obra, debe procederse a la revisión de la colocación de todos sus elementos y uniones. Asimismo, dada la variable degradación que sufren las redes, conviene tener en cuenta las condiciones para su retirada de servicio que aparecen en el manual de instrucciones o, en su defecto, recabar del fabricante dicha información.

15.- Después de una caída debe comprobarse el estado de la red, sus soportes, anclajes y accesorios, a los efectos de detectar posibles roturas, deformaciones permanentes, grietas en soldaduras, etc., para proceder a su reparación o sustitución, teniendo en cuenta en todo caso las indicaciones que al respecto establezca el fabricante en el manual de instrucciones de la red.

16.- Tras su utilización, las redes y sus soportes deben almacenarse en condiciones análogas a las previstas en el apartado 13 anterior. Previamente a dicho almacenamiento, las redes deben limpiarse de objetos y suciedad retenida en ellas. Asimismo, en el transporte de las redes de seguridad, éstas no deben sufrir deterioro alguno por enganchones o roturas y los soportes no deben deformarse, sufrir impactos o en general sufrir agresión mecánica alguna. Los pequeños accesorios deben transportarse en cajas al efecto.

17.-Las operaciones de colocación y retirada de redes deben estar perfectamente recogidas, en tiempo y espacio, en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra, debiendo estar adecuadamente procedimentadas, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, en cuanto a modo y orden de ejecución, condiciones del personal encargado de la colocación y retirada, supervisión y comprobación de los trabajos, así como las medidas de prevención y/o protección que deben adoptarse en los mismos.

18.-De la misma forma, cuando en las tareas de colocación y retirada de redes de seguridad se prevea la existencia de riesgos especialmente graves de caída en altura, con arreglo a lo previsto en el artículo 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, será necesaria la presencia de los recursos preventivos previstos en el artículo 32 bis de la

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales; este hecho, asimismo deberá quedar perfectamente consignado en el propio Plan de Seguridad y Salud de la Obra.

Instalación de sistemas de redes de seguridad

1.- El tamaño mínimo de red tipo S debe ser al menos de 35 m^2 y, para redes rectangulares, la longitud del lado más pequeño debe ser como mínimo de 5 m.

2.- La utilización de redes de tamaño inferior al anteriormente indicado deberá supeditarse y condicionarse a lo que en el propio Plan de seguridad y salud de la obra se hubiere previsto en cuanto a huecos o aberturas donde proceder a su colocación y modo de ejecución de la misma, características técnicas de la red, disposición de anclajes, configuración de amarres, medidas preventivas y/o de protección a utilizar en la colocación, etc.

3.- Las redes de seguridad tipo S deben instalarse con cuerdas de atado en puntos de anclaje capaces de resistir la carga característica, tal y como se describe en la norma UNE-EN 1263-2. La distancia entre puntos de anclaje debe ser inferior a 2,5 m.

4.- Para la unión de los distintos paños de red se deben utilizar cuerdas de unión que cumplan lo previsto en la norma UNE-EN 1263-1. La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red. Cuando la unión se lleva a cabo por solape, el mínimo solape debe ser de 2 m.

5.- Los trabajos de montaje se realizarán utilizando un medio auxiliar adecuado para la realización de dichos trabajos en altura o habiéndose dispuesto de forma previa algún sistema provisional eficaz de protección colectiva frente al riesgo de caída a distinto nivel o, en caso de que esto no fuera posible, por medio de la utilización de equipos de protección individual frente a dicho riesgo, amarrados a puntos de anclaje previamente dispuestos en elementos resistentes de la estructura.

6.- En la utilización de este tipo de red debe preverse una distancia de seguridad por debajo de la red que garantice, en caso de caída de un trabajador, que éste no resultará golpeado, debido a la propia deformación de la red de seguridad, con objeto alguno o con cualquier elemento estructural que pudiera encontrarse situado por debajo de la misma, sin respetar dicha distancia de seguridad.

Instalación de sistemas tipo T de redes de seguridad

1.- Los sistemas tipo T de redes de seguridad deben instalarse de acuerdo con el manual de instrucciones suministrado por el fabricante o proveedor con el envío de la red.

2.-Para la unión de los distintos paños de red deben utilizarse cuerdas de unión que cumplan lo previsto en la norma UNE-EN 1263-1. La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red.

3.-Cuando la unión entre paños de red sea efectuada por solape, el mínimo solape debe ser de 0,75 m.

Instalación de sistemas tipo U de redes de seguridad

1.- La instalación de redes de seguridad tipo U deberá llevarse a cabo respetando las indicaciones que recoge la norma UNE-EN 13374.

2.-En la utilización de redes de seguridad tipo U como protección intermedia en los

sistemas de protección de borde de las clases A y B, según se indica en la norma UNE-EN 13374, debe asegurarse que una esfera de diámetro 250 mm no pase a través de la misma.

3.- En la utilización de redes de seguridad tipo U como protección intermedia en los sistemas de protección de borde de la clase C, según se indica en la norma UNE-EN 13374, debe asegurarse que una esfera de diámetro 100 mm no pase a través de la misma.

4.- La red se sujetará a elementos verticales separados entre sí una distancia que permita cumplir con la exigencia de resistencia de la norma UNE-EN 13374.

5.- La red de seguridad del sistema U deberá ser utilizada como protección intermedia y fijada a elementos con suficiente resistencia, normalmente tubos o listones metálicos, uno situado en la parte superior y otro situado en la parte inferior, formando un sistema de protección de 1 m de altura sobre el plano de trabajo.

6.- Su cosido debe realizarse pasando malla a malla la red por el listón superior y por el listón inferior, de forma que esta garantice la resistencia prevista en la norma UNE-EN 13374. La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red.

7.- Los trabajos de montaje se realizarán utilizando un medio auxiliar adecuado para la realización de dichos trabajos en altura o habiéndose dispuesto de forma previa algún sistema provisional eficaz de protección colectiva frente al riesgo de caída a distinto nivel o, en caso de que esto no fuera posible, por medio de la utilización de equipos de protección individual frente a dicho riesgo, amarrados a puntos de anclaje previamente dispuestos en elementos resistentes de la estructura.

Instalación de sistemas V de redes de seguridad

1.- El borde superior de la red de seguridad debe estar situado al menos 1 m por encima del área de trabajo.

2.- Para la unión de los distintos paños de red se deben utilizar cuerdas de unión de acuerdo con la norma UNE-EN 1263-1. La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red.

3.- Por la parte inferior de la red debe respetarse un volumen de protección, en el que no podrá ubicarse objeto o elemento estructural alguno, definido por un paralelepípedo de longitud igual a la longitud del sistema de redes, anchura igual a la anchura de recogida y altura no inferior a la mitad del lado menor del paño de red, con objeto de que en caso de caída de un trabajador, éste no resulte golpeado, debido a la propia deformación de la red de seguridad, con objeto alguno o con cualquier elemento estructural que pudiera encontrarse en dicho volumen de protección.

4.- En estos sistemas V de redes de seguridad, el solapado no debe realizarse.

5.- La red de seguridad debe estar sujeta a soportes tipo “horca” por su borde superior por medio de cuerdas de atado y al edificio o estructura soporte por su borde inferior de manera que la bolsa no supere el plano inferior del borde de forjado.

6.- En la instalación de la red deberán cumplirse las condiciones que establezca el fabricante o proveedor en el manual de instrucciones del sistema; en su defecto, se adoptarán las siguientes condiciones, a saber:

La distancia entre cualesquiera dos soportes superiores consecutivos (entre horcas) no debe exceder de 5 m.

Los soportes deben estar asegurados frente al giro para evitar:

Que disminuya la cota mínima de la red al variar la distancia entre los brazos de las horcas.

Que el volumen de protección se vea afectado.

La distancia entre los dispositivos de anclaje del borde inferior, para la sujeción de la red al edificio, no debe exceder de 50 cm.

La distancia entre los puntos de anclaje y el borde del edificio o forjado debe ser al menos de 10 cm, y siempre por detrás del redondo más exterior del zuncho. La profundidad de colocación de los mismos será como mínimo 15 cm.

Los elementos de anclaje se constituirán por ganchos de sujeción que sirven para fijar la cuerda perimetral de la red de seguridad al forjado inferior, formados éstos por redondos de acero corrugado de diámetro mínimo 8 mm.

El borde superior de la red debe estar sujeto a los soportes tipo "horca" por cuerdas de atado de acuerdo con la norma UNE-EN 1263-1.

7.- La colocación de los soportes tipo horca se efectuará en las condiciones que establezca el fabricante o proveedor de la red en el manual de instrucciones; en su defecto, dicha colocación podrá efectuarse:

Dejando, previo replanteo, unos cajetines al hormigonar los forjados o bien colocando al hormigonar, previo replanteo en el borde de forjado, una horquilla (omega) de acero corrugado de diámetro no inferior a 16 mm.

Previamente a su instalación, se comprobará que las omegas son del material y tienen la dimensión indicada por el fabricante (generalmente 9 x 11 cm) y que la "patilla" tiene la dimensión necesaria para que pase por debajo de la armadura inferior del zuncho.

Asimismo, se comprobará que los ganchos de sujeción son del material y tienen las dimensiones indicadas por el fabricante o proveedor o, en su defecto, cumplen las condiciones del apartado anterior.

Se instalarán las horcas que indique el fabricante o proveedor utilizadas asimismo en los ensayos previstos en la norma UNE-EN 1263-1.

Para la puesta en obra de los anclajes (omegas y ganchos de sujeción) se dispondrá de un plano de replanteo que garantice que las omegas se sitúan a distancias máximas de 5 m entre dos consecutivas y que los ganchos se colocan a 20 cm de las omegas y a 50 cm entre cada dos consecutivos, no dejando ningún hueco sin cubrir.

Para la perfecta fijación de los distintos soportes (horcas) a las omegas y evitar además el giro de aquellas, se dispondrán pasadores fabricados en acero corrugado de diámetro mínimo 10 mm que atraviesan el propio soporte a la vez que apoyan sobre los omegas, complementados por cuñas de madera dispuestas entre soporte y forjado que eviten el giro de aquél.

8.- Previo al montaje de las horcas, se revisarán éstas desechando aquellas que presenten deformaciones, abolladuras, oxidaciones, grietas o fisuras, etc., y se comprobará que las uniones de los dos tramos se realizan con los tornillos indicados por el fabricante o proveedor.

9.- El montaje se realizará por personal con la cualificación suficiente y especialmente instruido para esta tarea, conocedor de todo el proceso de montaje:

Realización de cajeados en el suelo.

Zona de enganche de horcas.

Realización de acuñados en cajetines y omegas.
Cosido de redes.
Izados de redes consecutivos.
Fijación de redes a los ganchos de fijación.
Etc.

10.- En la ejecución del primer forjado debe recomendarse la utilización de un andamio tubular o modular que servirá, en el montaje inicial del sistema a partir del primer forjado, como medio de protección colectiva.

11.- Una vez ejecutado el primer forjado y el montaje inicial de la red, debe procederse a la retirada del andamio perimetral para respetar el volumen de protección y a la incorporación de barandillas en dicho primer forjado, así como en el segundo forjado una vez se haya conformado este último con la protección de la red. Con esta forma de actuar se garantizará la permanente disposición de protección colectiva frente al riesgo de caída en altura por borde de forjado, bien sea por red, bien sea por barandilla perimetral.

12.- Cuando en las operaciones de izado de la red los trabajadores montadores se vean obligados puntualmente a la retirada de la barandilla de protección, éstos utilizarán equipos de protección individual frente al riesgo de caída a distinto nivel amarrados a puntos de anclaje previamente dispuestos.

13.- Una vez instaladas las redes, y a intervalos regulares, se comprobará por persona competente:

La verticalidad de las horcas.
La correcta unión entre paños de red.
La correcta fijación de horcas y redes al forjado.
El estado de las redes y de las horcas (limpieza, roturas, etc.).

Redes bajo forjado

- **Redes bajo forjado no recuperables**

1.- Salvo que se utilicen dispositivos de protección colectiva frente al riesgo de caída a distinto nivel eficaces o se utilicen medios auxiliares que proporcionen la misma protección, no debe colocarse elemento alguno (tableros, vigas, bovedillas, etc.) en la ejecución de forjados unidireccionales, sin antes haber colocado redes de seguridad bajo forjado, para proteger del riesgo de caída a distinto nivel a los trabajadores encargados de la ejecución del encofrado.

2.- Las operaciones de montaje de la red bajo forjado se desarrollarán teniendo en cuenta las previsiones que indique el fabricante o proveedor; en su defecto, se tendrán en cuenta las siguientes previsiones:

Para facilitar el desplegado de la red, debe disponerse por el interior del carrete sobre el que están enrolladas las redes, una barra o redondo metálico que se apoyará bien sobre dos borriquetas perfectamente estables, bien sobre las propias esperas de los pilares.

Se procederá a extender la red por encima de guías o sopandas, utilizando medios auxiliares seguros (torres o andamios, escaleras seguras, etc.).

Una vez colocadas las redes en toda una calle, deben fijarse puntos intermedios de sujeción mediante clavos dispuestos como mínimo cada metro en las caras laterales de

las guías de madera o varillas metálicas que complementen la fijación provista en las esperas de pilares.

Solo se podrá subir a la estructura del encofrado cuando se hayan extendido totalmente las redes, procediéndose a la distribución de tableros encajándolos de forma firme en los fondos de viga. A partir de este momento ya se puede proceder a la colocación de viguetas y bovedillas por encima de la red.

Finalmente, una vez el forjado ya ha sido hormigonado y de forma previa a la recuperación de tableros, debe procederse al recorte de redes, siguiendo para ello las líneas que marcan las mismas guías de encofrados.

- **Redes bajo forjado reutilizables**

1.- Salvo que se utilicen dispositivos de protección colectiva frente al riesgo de caída a distinto nivel eficaces o se utilicen medios auxiliares que proporcionen la misma protección, ningún trabajador subirá por encima de la estructura de un encofrado continuo (unidireccional o reticular) a colocar tableros, casetones de hormigón o ferralla, sin antes haber colocado redes de seguridad bajo forjado, para proteger del riesgo de caída a distinto nivel a los trabajadores encargados de la ejecución del encofrado.

2.- Las operaciones de montaje de la red bajo forjado se desarrollarán teniendo en cuenta las previsiones que indique el fabricante o proveedor; en su defecto, se tendrán en cuenta las siguientes previsiones:

Se utilizarán redes con cuerda perimetral con unas dimensiones recomendadas de 10 m de longitud y 1,10 m de ancho de fibras capaces de resistir la caída de un trabajador desde la parte superior de la estructura de encofrado.

Al montar la estructura del encofrado con vigas, sopandas y puntales, debe dejarse instalado en cada puntal un gancho tipo rabo de cochinillo de acero de 8 mm de diámetro, siendo éstos alojados en los agujeros de los puntales a la mayor altura posible.

Una vez desplegada la red en la calle, ésta debe fijarse a los ganchos dispuestos por medio de su cuerda perimetral.

En los extremos de los paños debe procederse al solape mínimo de 1 m para evitar que un trabajador pudiera colarse entre dos paños de red.

Debe garantizarse que las redes horizontales bajo forjado cubran por completo el forjado a construir.

Una vez colocadas las redes entre las calles de puntales ya se puede proceder a la colocación de tableros de encofrado, casetones de obra y ferralla.

Montado el encofrado, y de forma previa al hormigonado del mismo, debe procederse a la retirada de las redes evitando así su deterioro.

Anejo 8.- Escaleras manuales portátiles

Aspectos generales

1.- Las escaleras manuales portátiles tanto simples como dobles, extensibles o transformables, cumplirán las normas UNE-EN 131-1 “Escaleras: terminología, tipos y dimensiones funcionales” y UNE-EN 131-2 “Escaleras: requisitos, ensayos y marcado”

Dicho cumplimento deberá constatarse en un marcado duradero conteniendo los

siguientes puntos:

Nombre del fabricante o suministrador.

Tipo de escalera, año y mes de fabricación y/o número de serie.

Indicación de la inclinación de la escalera salvo que fuera obvio que no debe indicarse.

La carga máxima admisible.

2.- La escalera cumplirá y se utilizara según las especificaciones establecidas en el RD. 1215/97 "Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo" y su modificación por RD 2177/2004 de 12 de noviembre.

3.- La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura, deberá limitarse a las circunstancias en que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

4.-No se emplearán escaleras de mano y, en particular escaleras de más de 5 m de longitud sobre cuya resistencia no se tenga garantías. Se prohibirá el uso de escaleras de mano de construcción improvisadas.

5.- Se prohibirá el uso como escalera de elemento alguno o conjunto de elementos que a modo de escalones pudiese salvar el desnivel deseado.

6.- Las escaleras de mano deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñadas no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.

7.- Las escaleras de madera no se pintarán. Todas sus partes estarán recubiertas por una capa protectora transparente y permeable al vapor de agua.

8.- Los peldaños deben estar sólidos y duramente fijados a los largueros. Los de metal o plástico serán antideslizantes. Los de madera serán de sección rectangular mínima de 21 mm x 37 mm, o sección equivalente clavados en los largueros y encolados.

9.- Si la superficie superior de una escalera doble está diseñada como una plataforma, esta debe ser elevada por medio de un dispositivo cuando se cierre la escalera. Esta no debe balancearse cuando se está subido en su borde frontal.

10.- Todos los elementos de las escaleras de mano, construidas en madera, carecerán de nudos, roturas y defectos que puedan mermar su seguridad.

Estabilidad de la escalera.

1.- Se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esta asegurada. A este respecto, los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse solidamente sobre un soporte de las siguientes características:

De dimensiones adecuadas y estables.

Resistente e inmóvil de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Cuando el paramento no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante abrazaderas o dispositivos equivalentes.

2.- Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.

3.- Se impedirá el deslizamiento de los pies de la escalera de mano durante su utilización mediante:

a) Su base se asentará solidamente: mediante la fijación de la parte superior o inferior

de los largueros.

b) La dotación en los apoyos en el suelo de dispositivos antideslizantes en su base tales como entre otras: zapatas de seguridad, espolones, repuntas, zapatas adaptadas, zuecos redondeados o planos, etc.

c) Cualquier otro dispositivo antideslizante o cualquiera otra solución de eficacia equivalente.

4.- Las tramas de escaleras dobles (de tijera) deben estar protegidas contra la apertura por deslizamiento durante su uso por un dispositivo de seguridad. Si se utilizan cadenas, todos sus eslabones a excepción del primero deben poder moverse libremente. Se utilizarán con el tensor totalmente extendido (tenso).

5.- Las escaleras dobles (de tijera) y las que están provistas de barandillas de seguridad con una altura máxima de ascenso de 1,80 m, deben estar fabricadas de manera que se prevenga el cierre involuntario de la escalera durante su uso normal.

6.- Las escaleras extensibles manualmente, durante su utilización no se podrán cerrar o separar sus tramas involuntariamente. Las extensibles mecánicamente se enclavarán de manera segura.

7.- El empalme de escaleras se realizara mediante la instalación de las dispositivas industriales fabricadas para tal fin.

8.- Las escaleras con ruedas deberán inmovilizarse antes de acceder a ellas.

9.- Las escaleras de manos simples se colocarán en la medida de lo posible formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

Utilización de la escalera

1.- Las escaleras de mano con fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir, al menos, 1 m de plano de trabajo al que se accede.

2.- Se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante, (evitando su uso como pasarelas, para el transporte de materiales, etc.)

3.- El acceso y descenso a través de escaleras se efectuará frente a estas, es decir, mirando hacia los peldaños

4.- El trabajo desde las escaleras se efectuará así mismo frente a estas, y lo más próximo posible a su eje, desplazando la escalera cuantas veces sea necesario. Se prohibirá el trabajar en posiciones forzadas fuera de la vertical de la escalera que provoquen o generen riesgo de caída. Deberán mantenerse los dos pies dentro del mismo peldaño, y la cintura no sobrepasara la altura del último peldaño.

5.- Nunca se apoyará la base de la escalera sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar su estabilidad.

6.- Nunca se suplementará la longitud de la escalera apoyando su base sobre elemento alguno. En caso de que la escalera resulte de insuficiente longitud, deberá proporcionarse otra escalera de longitud adecuada.

7.- Se utilizarán de forma que los trabajadores tengan en todo momento al menos un punto de apoyo y otro de sujeción seguros. Para ello el ascenso y descenso por parte de los trabajadores lo efectuaran teniendo ambas manos totalmente libres y en su consecuencia las herramientas u objetos que pudiesen llevar lo harán en cinturones o bolsas portaherramientas.

8.-Se prohibirá a los trabajadores o demás personal que interviene en la obra que utilicen escaleras de mano, transportar elementos u objetos de peso que les dificulte

agarrarse correctamente a los largueros de la escalera.

Estos elementos pesados que se transporten al utilizar la escalera serán de un peso como máximo de 25 kg.

9.- Se prohibirá que dos o más trabajadores utilicen al mismo tiempo tanto en sentido de bajada como de subida, las escaleras de mano o de tijera.

10.-Se prohibirá que dos o más trabajadores permanezcan simultáneamente en la misma escalera

11.- Queda rigurosamente prohibido, por ser sumamente peligroso, mover o hacer bailar la escalera.

12.- Se prohíbe el uso de escaleras metálicas (de mano o de tijera) cuando se realicen trabajos (utilicen) en las cercanías de instalaciones eléctricas no aisladas.

13.- Los trabajos sobre escalera de mano a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, con movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, se efectuaran con la utilización por su parte de un equipo de protección individual anticaída, o la adopción de otras medidas de protección alternativas; caso contrario no se realizarán.

14.- No se utilizarán escaleras de mano y, en particular de más de 5 m de longitud si no ofrece garantías de resistencia.

15.- El transporte a mano de las escaleras se realizara de forma que no obstaculice la visión de la persona que la transporta, apoyada en su hombro y la parte saliente delantera inclinada hacia el suelo. Cuando la longitud de la escalera disminuya la estabilidad del trabajador que la transporta, este se hará por dos trabajadores.

16.- Las escaleras de mano dobles (de tijera) además de las prescripciones ya indicadas, deberán cumplir:

a) Se utilizaran montadas siempre sobre pavimentos horizontales

b) No se utilizaran a modo de borriquetes para sustentar plataformas de trabajo.

c) No se utilizaran si es necesario ubicar lo pies en los últimos tres peldaños.

d) Su montaje se dispondrá de forma que siempre esté en situación de máxima apertura.

Revisión y mantenimiento

1.- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente, siguiendo las instrucciones del fabricante, o suministrador.

2.- Las escaleras de madera no se pintarán debido a la dificultad que ello supone para la detección de posibles defectos.

3.- Las escaleras metálicas se recubrirán con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie. Asimismo se desecharan las que presenten deformaciones, abolladuras u otros defectos que puedan mermar su seguridad.

4.-Todas las escaleras se almacenarán al abrigo de mojaduras y del calor, situándolas en lugares ventilados, no cercanos a focos de calor o humedad excesivos.

5.- Se impedirá que las escaleras quedan sometidas a cargas o soporten pesos, que puedan deformarlas o deteriorarlas.

6.- Cuando se transporten en vehículos deberá, colocarse de forma que, durante el trayecto, no sufran flexiones o golpes.

7.- Las escaleras de tijera se almacenarán plegadas.

8.- Se almacenarán preferentemente en posición horizontal y colgada, debiendo

poseer suficientes puntos de apoyo para evitar deformaciones permanentes en las escaleras.

9.- No se realizarán reparaciones provisionales. Las reparaciones de las escaleras, en caso de que resulte necesario, se realizarán siempre por personal especializado, debiéndose en este caso y una vez reparados, someterse a los ensayos que proceda.

Anejo 9.- Utilización de herramientas manuales

La utilización de herramientas manuales se realizará teniendo en cuenta:

Se usarán únicamente las específicamente concebidas para el trabajo a realizar.

Se encontrarán en buen estado de limpieza y conservación.

Serán de buena calidad, no poseerán rebabas y sus mangos estarán en buen estado y sólidamente fijados.

Los operarios utilizarán portaherramientas. Las cortantes o punzantes se protegerán cuando no se utilicen.

Cuando no se utilicen se almacenarán en cajas o armarios portaherramientas.

Anejo 10.- Máquinas eléctricas

Toda máquina eléctrica a utilizar deberá ser de doble aislamiento o dotada de sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos, constituido por toma de tierra combinada con disyuntores diferenciales.

Anejo 11.- Sierra circular de mesa

La sierra circular de mesa para el corte de tableros o riostras de madera dispondrá en evitación de cortes, de capo protector y cuchillo divisor. Asimismo dispondrá de las protecciones eléctricas adecuadas contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Anejo 12.- Imprimación y pintura

Las operaciones de imprimación y pintura se realizarán utilizando los trabajadores protección respiratoria debidamente seleccionada en función del tipo de imprimación y pintura a utilizar. Dichas medidas se extremarán en caso de que la aplicación sea por procedimientos de aerografía o pulverización.

Anejo 13.- Operaciones de soldadura

Las operaciones de soldadura eléctrica se realizarán teniendo en cuenta las siguientes medidas:

No se utilizará el equipo sin llevar instaladas todas las protecciones. Dicha medida se

extenderá al ayudante o ayudantes caso de existir.

Deberá soldarse siempre en lugares perfectamente ventilados. En su defecto se utilizará protección respiratoria.

Se dispondrán de protecciones contra las radiaciones producidas por el arco (ropa adecuada, mandil y polainas, guantes y pantalla de soldador). Nunca debe mirarse al arco voltaico.

Las operaciones de picado de soldadura se realizarán utilizando gafas de protección contra impactos.

No se tocarán las piezas recientemente soldadas.

Antes de empezar a soldar, se comprobará que no existen personas en el entorno de la vertical de los trabajos.

Las clemas de conexión eléctrica y las piezas portaelectrodos dispondrán de aislamiento eléctrico adecuado.

Anejo 14.- Operaciones de Fijación

Las operaciones de fijación se harán siempre disponiendo los trabajadores de total seguridad contra golpes y caídas, siendo de destacar la utilización de:

a) Plataformas elevadoras provistas de marcado CE y declaración de conformidad del fabricante.

b) Castilletes o andamios de estructura tubular, estables, con accesos seguros y dotados de plataforma de trabajo de al menos 60 cm de anchura y con barandillas de 1 m de altura provistas de rodapiés.

c) Jaulas o cestas de soldador, protegidas por barandillas de 1 m de altura provistas de rodapié y sistema de sujeción regulable para adaptarse a todo tipo de perfiles. Su acceso se realizará a través de escaleras de mano.

d) Utilización de redes horizontales de protección debiendo prever los puntos de fijación y la posibilidad de su desplazamiento.

e) Sólo en trabajos puntuales, se utilizarán cinturones de seguridad sujetos a un punto de anclaje seguro.

Anejo 15.- Trabajos con técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerda

La realización de trabajos con utilización de técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas se efectuará de acuerdo al R.D.2177/2004 y cumplirá las siguientes condiciones:

1. El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).

2. Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.

3. La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento.

4. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

5. Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.

6. El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

7. Los trabajadores afectados dispondrán de una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:

Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.

Los sistemas de sujeción.

Los sistemas anticaídas.

Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.

Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.

Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.

Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

8. La utilización de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la evaluación de riesgos indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.

Teniendo en cuenta la evaluación del riesgo y, especialmente, en función de la duración del trabajo y de las exigencias de carácter ergonómico, deberá facilitarse un asiento provisto de los accesorios apropiados.

9. En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una segunda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y se tomen las medidas adecuadas para garantizar la seguridad.

10. En virtud a lo reflejado en el artículo 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, será necesaria la presencia de los recursos preventivos previstos en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales; este hecho, asimismo deberá quedar perfectamente consignado en el propio Plan de Seguridad y Salud de la Obra.

Anejo 16.- Relación de Normativa de Seguridad y Salud de aplicación en los proyectos y en la ejecución de obras

En este apartado se incluye una relación no exhaustiva de la normativa de seguridad y salud de aplicación a la redacción de proyectos y a la ejecución de obras de edificación.

Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970
Orden de 28 de Agosto de 1970 del Mº de Trabajo y Seguridad Social
BOE 5-9-70

BOE 7-9-70
BOE 8-9-70
BOE 9-9-70
Corrección de errores BOE 17-10-70
Aclaración BOE 28-11-70
Interpretación Art.108 y 123 BOE 5-12-70

En vigor CAP XVI Art. 183 al 296 y del 334 al 344

Resolución de 29 de noviembre de 2001, de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el Registro y publicación del laudo arbitral de fecha 18 de octubre de 2001, dictado por don Tomás Sala Franco en el conflicto derivado del proceso de sustitución negociada de la derogada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
BOE 302; 18.12.2001 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.
Orden de 31 de octubre de 1984 del Mº de Trabajo y Seguridad Social.
BOE 267; 07.1.84
Orden de 7 de noviembre de 1984 del Mº de Trabajo y Seguridad Social (rectificación)
BOE 280; 22.11.84
Orden de 7 de enero de 1987del Mº de Trabajo y Seguridad Social (Normas complementarias)
BOE 13; 15.01.87
Orden de 22 de diciembre de 1987 por la que se aprueba el Modelo de Libro Registro de Datos correspondientes al Reglamento sobre trabajos con Riesgo de Amianto.
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Mº de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
BOE 86; 11.04.06

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia
BOE 256; 25.10.97
Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
BOE 274; 13.11.04
Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

BOE 127; 29.05.06
Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, complementa el art.18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997

Prevención de Riesgos Laborales.
Ley 31/95, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado
BOE 269; 10.11.95
Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
BOE 298; 13.12.03
Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, en materia de coordinación de actividades empresariales

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.
Orden de 16 de diciembre de 1987, del Mº de Trabajo y Seguridad Social
BOE 311; 29.12.87

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
Orden de 31 de agosto de 1987, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo
BOE 224; 18.09.87

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 97; 23.04.97

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Mº de la Presidencia.
BOE 124; 24.05.97

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, del Mº de la Presidencia.
BOE 124; 24.05.97
Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta el Real Decreto anterior
BOE 76; 30.03.98

Reglamento de los Servicios de Prevención.
Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 27; 31.01.97

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
BOE 127; 29.05.06

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención.
Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 104; 1.05.98

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad en el trabajo.
Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 97; 23.04.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 97; 23.04.97
Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
BOE 274; 13.11.04

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 97; 23.04.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 140; 12.06.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 188; 7.08.97
Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
BOE 274; 13.11.04

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de las empresas de trabajo

temporal.
Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 47; 24.02.99

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 104; 1.05.01

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Mº de la Presidencia
BOE 148; 21.06.01

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales
BOE 265; 5.11.05

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Mº de la Presidencia
BOE 60; 11.03.06
Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006
BOE 62; 14.03.06

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2
Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, del Mº de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba una nueva instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
BOE 170; 17.07.03

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Mº de la Presidencia
BOE 145; 18.06.03

Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
BOE 250; 19.10.06

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA

PRESUPUESTO

AUTOR: BORJA JIMÉNEZ LEÓN

TUTOR: FAUSTINO GIMENA RAMOS

PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2012

ÍNDICE

Capítulo 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Anch.	Alt.	Parc.	Total	Precio	Importe
1.1	**M^2. Desbroce y limpieza a mano.** Desbroce y limpieza de terreno por medios manuales, sin carga ni transporte(Toda la parcela) -Margen Derecho -Margen Izquierdo	 1 1	 20 10	 10 10		 200 100	300	3,50	1.050
1.2	**M^2. Explanación terreno.** Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos (Toda la parcela) -Margen Derecho -Margen izquierdo	 1 1	 20 10	 10 10		 200 100	300	6,55	1.965
1.3	**M^3. Excavación terreno.** Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, incluso después de excavación por capas, aplomado de paredes y refino de fondos mediante medios manuales, etc.... -Margen Derecho -Cimiento 2 -Margen Izquierdo -Cimiento 1 -Cimiento 3	 1 1 1	 4 4 4	 4 4 4	 1 1 1	 16 16 16	48	8,90	427,2
1.4	M^3. **Partida Alzada a Justificar** para movimiento de tierras y drenaje en su caso de excavación bajo la pila central en operaciones previas al hormigonado de la misma, incluyendo material y medios auxiliares de contencion apeo y bombeo, y transporte de material al vertedero					150	150	32,5	4.875
	TOTAL CAPÍTULO 1:								**8.317,20**

Capítulo 2. CIMENTACIONES

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Anch.	Alt.	Parc.	Total	Precio	Importe
2.1	**M^3. Hormigón de limpieza.** Hormigón en masa H-50 con un T_{max} de árido de 40 milímetros, nivelado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, vertido y colocación por medios mecánicos y manuales								
	- Cimiento 1	1	3,9	3,9	0,1	1,521			
	-Cimiento 2	1	3,9	3,9	0,1	1,521			
	- Cimiento 3	1	3,9	3,9	0,1	1,521			
							4,563	65	296,6
2.2	**M^3. Hormigón de Armado.** Hormigón armado HA-25/B/20/IIa con un T_{max} de árido de 20 mm, elaborado en central, armadura de acero B500 S, encofrado y desencofrado, vertido, vibrado y colocado por medios mecánicos y manuales.								
	-Cimiento 1	1	3,9	3,9	0,9	13,7			
		2	0,39	0,27	0,75	0,08			
	-Cimiento 2	1	3,9	3,9	0,9	13,7			
		2	0,39	0,27	0,75	0,08			
	-Cimiento 3	1	3,9	3,9	0,9	13,7			
		2	0,39	0,27	0,75	0,08			
							41,34	167	6.903,8
	TOTAL CAPÍTULO 2:								**7.200,40**

Capítulo 3. APOYOS

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Anch.	Alt.	Parc.	Total	Precio	Importe
3.1	**Uds, Apoyos Deslizantes.** Unidades de apoyo deslizante de acero S 275 JR, tal y como se indica en el documento de planos, totalmente preparado rectificado y pintado, según CTE	2				2	2	179,89	359,78
3.2	**Uds, Apoyos Articulados.** Unidades de apoyos articulados de acero S 275 JR								
	- Apoyo 1	2				2	2	229,79	
	- Apoyo 3	2				2	2	193,75	847,08
	TOTAL CAPITULO 3:								**1.206,86**

Capítulo 4. ESTRUCTURA

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Secc $10^{-4}m^2$	Peso kg/m^3	Parc.	Total	Precio	Importe
4.1	**Kg. Perfiles laminados** Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, mediante uniones sldadas, cortes, granallado y dos manos de imprimacion con pintura de minio electrolítico, totalmente montado y colocado, según CTE conforme a los planos. Estructura - Vigas (HEB 280) -Viguetas (IPE 160)	2 27	39 3	131,4 20,1	7850 7850	7049,2 852	7901,2	1,92	15.170,3
4.2	**Kg. Pórtico** Perfil rectangular hueco de acero laminado S275 JR, de 400x280mm y 8 milímetros de espesor, mediante uniones soldadas, granallado y dos manos de imprimación con pintura minio electrolítico, totalmente montado y colocado, según CTE conforme a los planos.	1	30	106,24	7.850	2.501,9	2.501,9	2,10	5.254,1

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Secc $10^{-4}m^2$	Peso kg/m^3	Parc.	Total	Precio	Importe
4.3	**Kg. Orejetas cables.** Acero laminado S275 JR, en chapas de 92 y 70 milímetros de espesor, mediante uniones soldadas, granallado y dos manos de imprimación con pintura minio electrolítico, totalmente montado y colocado, según CTE conforme a los planos. Orejetas tensores - Cable 1 - Cable 2 - Cable 3 - Superior pórtico 1-2 - Superior pórtico 3	2 2 2 2 2	0,070 0,070 0,092 0,070 0,092	1.303 6.153 5,618 19,4 3.139	7850 7850 7850 7850 7850	143,26 168,76 262,8 345 330,8	1250,6	4,53	5.665,31
4.4	**M. Cable ∅50.** Metros lineales de cable cerrado de tipo VVS-2-GALFAN COATED de 50mm de diámetro	2	18,44			36,88	36,88	171,16	6.312.81
4.5	**M. Cable ∅40.** Metros lineales de cable cerrado de tipo VVS-2-GALFAN COATED de 40mm de diámetro	2 2	16,97 29,55			33,94 59,1	93,01	127,34	11.843,9
4.6	**M. Cable ∅12.** Metros lineales de cable cerrado de tipo OSS-GALFAN COATED 1X37 de 12 milímetros de diámetro	80	1,675			147,4	147,4	52,75	7.775,35

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Secc $10^{-4}m^2$	Peso kg/m^3	Parc.	Total	Precio	Importe
4.7	**Uds. Cabezales y manguitos ∅50.** Unidades para el amarre de los cables de diámetro 50mm a las orejetas coerrespondientes y tensores de los cables, montaje y transporte junto con los cables de obra. -Cabezal Type 802 -Mnaguito roscado Tensor	 4 2				 4 2	 4 2	 454,78 1.422,2	 1.819,12 2844,40
	Uds. Cabezales y manguitos ∅40. Unidades para el amarre de los cables de diámetro 40mm a las orejetas coerrespondientes y tensores de los cables, montaje y transporte junto con los cables de obra. -Cabezal Type 802 -Mnaguito roscado Tensor	 4 2				 4 2	 4 2	 318,33 995,50	 1273,32 1991
	Uds. Cabezales ∅12. Unidades para el amarre de los cables de diámetro 12mm a las cartelas correspondientes, montaje y transporte junto con los cables de obra -Cabezal Type 960 -Cabeza Type 964	 80 80				 80 80	 80 80	 152,91 205,30	 6728,04 9033,2
	TOTAL CAPÍTULO 4:								**78.710,81**

Capítulo 5. BARANDILLA

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Secc $10^{-4}m^2$	Peso kg/m^3	Parc.	Total	Precio	Importe
5.1	**Barandilla**								
	- Pasamanos	26	1,5	3,02	7.850	92,457			
	- Entrepaños	78	1,5	3,64	7.850	334,32			
	- Pilastras	27	0,1	2.654	7.850	5625,1			
							6.051,9	1,92	11.619,6
	TOTAL CAPÍTULO 5:								**11.619,60**

Capítulo 6. ENTARIMADO

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Anch.	Alt.	Parc.	Total	Precio	Importe
6.3	**M^2. Entarimado madera laminada.** Madera laminada de pino radiata en tablones de 4m de longitud, tornillería galvanizada, accesorios de ensamblaje y protección fungicida, instalación - Entarimado	1	39	2,71		105,69	105,69	305,55	32.293,6
	TOTAL CAPÍTULO 6								**32.293,60**

Capítulo 7. DESPLIEGUE DE MEDIOS

Cod.	Descripción	Ud.	Long.	Secc $10^{-4}m^2$	Horas	Parc.	Total	Precio	Importe
7.1	**H. Camión con grúa.** Horas de utilización de camión con grúa hidráulica grande, y las empleadas en desplazamiento a taller montaje de la estructura, a obra y regreso.	1			16	16	32	365	11.680
7.2	**H. Vehículo largo de transporte** Horas de utilización de camión trailer para transporte de la estructura desde el lugar de montaje hasta el taller de obra para su posterior ensamblaje y regreso al lugar de partida.	1			4	4	4	200	800
	TOTAL CAPÍTULO 7								**12.480**

Capítulo 8. RESUMEN CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.317,20 €
CAPÍTULO 2	CIMENTACIONES	7.200,40 €
CAPÍTULO 3	APOYOS	1.206,86 €
CAPÍTULO 4	ESTRUCTURA	78.710,81 €
CAPÍTULO 5	BARANDILLA	11.619,60 €
CAPÍTULO 6	ENTARIMADO	32.293,60 €
CAPÍTULO 7	DESPLIEGUE DE MEDIOS	12.480,00 €

Presupuesto de Ejecución Material:	151.828,47 €
Gastos Generales 10%	15.182,85 €
Beneficio Industrial 6%	9.109,71 €
Honorarios Ingeniero Técnico Inds. 4%	6.073,14 €
Total	182.194,17€
18% IVA:	32.794.95€
Presupuesto de Ejecución por contrata:	214.989,12€

Asciende el presente presupuesto a expresada cantidad de: **DOSCIENTOS CATORCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DOCE CÉNTIMOS.**

Pamplona, Septiembre de 2012

Firmado

BORJA JIMÉNEZ LEÓN

Ingeniero técnico Industrial

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO ARGA A SU PASO POR PAMPLONA

BIBLIOGRAFÍA

Autor: Borja Jiménez León

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Septiembre 2012

ÍNDICE

Capítulo 1. TEXTOS ESPECIALIZADOS.

- RESISTENCIA DE MATERIALES. Luis Ortiz Berrocal. Ed McGraw-Hill 2007

- MECÁNICA DE MATERIALES. Gere – Timoshenko. Ed Iberoamericana 1998

- TEORÍA DE ESTRUCTURAS. ESTRUCTURAS DE BARRAS Y SÓLIDOS TRIDIMENSIONALES. Jesus Zurita. Universidad Pública de Navarra 2000

- ESTRUCTURAS DE ACERO. CÁLCULO. Argüelles, R. Ed Bellisco 2005

- ESTRUCTURAS DE ACERO. UNIONES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES. Argüelles, R. Ed Bellisco 2007

- GUÍA DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS EN CELOSÍA RESUELTAS CON PERFILES TUBULARES DE ACERO. Iglesias, G., Alonso, A., Chica, J.A. Instituto de la Construcción Tubular (ICT) 2004.

- CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN. José Calavera Ruiz. INTEMAC ("Instituto Técnico de Materiales y Construcciones"). 1991.

- CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS. A. Hidalgo. 19ª edición, CEAC, Barcelona. 1987.

- HORMIGÓN ARMADO Y PRENTENSADO. A.R. Marí y otros. Edicions UPC, Barcelona. 1999.

Capítulo 2. TEXTOS DE LA CARRERA.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES". José Javier Lumbreras Azanza. Universidad Pública de Navarra.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "CÁLCULO DE ESTRUCTURAS". Arturo Resano Lázaro .Universidad Pública de Navarra.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE MATERIALES". Javier Fernández Carrasquilla. Universidad Pública de Navarra.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES". José Javier Lumbreras Azanza. Universidad Pública de Navarra.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "DISEÑO DE MÁQUINAS". Jorge San Miguel Indurain. Universidad Pública de Navarra.

- APUNTES DE LA ASIGNATURA "OFICINA TÉCNICA". Jorge Odériz Ezcurra. Universidad Pública de Navarra.

Capítulo 3. REVISTAS Y CATÁLOGOS COMERCIALES

- APOYOS WABO®. Watson Bowman Acme. Catálogo de elementos de construcción.
- CONIFERAS ESPAÑOLAS DE USO ESTRUCTURAL. Propiedades mecánicas de la madera aserrada.
- Catálogo de tornilleria FULLERMETRIC
- Catálogo de cables y accesorios para cables de PFEIFER.
- Catálogo de perfiles de acero OCHOA LACAR.

Capítulo.4. NORMATIVA.

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE). DB SE-A SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ACERO. Ministerio de Vivienda 2006

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE). DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL: BASES DE CÁLCULO. DB SE-AE ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN. Ministerio de Vivienda 2006

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN DB-SE C SEGURIDAD ESTRUCTURAL: CIMIENTOS.

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN DB-SE M SEGURIDAD ESTRUCTURAL: MADERA.

- NCSR-02 NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE: PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN. Ministerio de Vivienda 2002

- NORMA UNE-ENV 1991/1/1. EUROCÓDIGO 3: PROYECTO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. PARTE 1-1: REGLAS GENERALES Y REGLAS PARA LA EDIFICACIÓN. AENOR 1996.

Capítulo.5. PÁGINAS WEB.

- WWW.CYPE.ES (Cype Ingenieros, S.A. Software para arquitectura, ingeniería y construcción).

- WWW.SOLOARQUITECTURA.COM (Arquitectura, construcción y diseño).

- WWW.CONSTRUMÁTICA.COM (Arquitectura, ingeniería y construcción).

- WWW. BRANTACAN.COM.UK (Construcción de puentes y pasarelas).

- WWW.BRIDGEDITE.COM (Ingeniería de puentes).

- WWW. IMAC.UNAVARRA.ES (Ansys).

- WWW. SITNA.NAVARRA.ES (Catastro).